



БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

Редакционный совет:

БАЛЫХИН Г. А., д.э.н., проф.
 ГРАЧЕВ В. А., чл.-корр. РАН,
 д.т.н., проф.
 ГРИГОРЬЕВ С. Н., д.т.н., проф.
 ДУРНЕВ Р. А., д.т.н., доц.
 ЗАЛИХАНОВ М. Ч., акад. РАН,
 д.т.н., проф. (председатель)
 КЛИМКИН В. И., к.т.н.
 КОТЕЛЬНИКОВ В. С., д.т.н.,
 проф.
 РОДИН В. Е., д.т.н., проф.
 СОКОЛОВ Э. М., д.т.н., проф.
 ТЕТЕРИН И. М., д.т.н.
 УШАКОВ И. Б., акад. РАН,
 д.м.н., проф.
 ФЕДОРОВ М. П., акад. РАН,
 д.т.н., проф.
 ЧЕРЕШИНЕВ В. А., акад. РАН,
 д.м.н., проф.
 АНТОНОВ Б. И.
 (директор издательства)

Главный редактор

РУСАК О. Н., д.т.н., проф.

Зам. главного редактора

ПОЧТАРЕВА А. В.

Ответственный секретарь

ПРОНИН И. С., д.ф.-м.н., проф.

Редакционная коллегия:

БЕЛИНСКИЙ С. О., к.т.н., доц.
 ВАСИЛЬЕВ А. В., д.т.н., проф.
 ИВАНОВ Н. И., д.т.н., проф.
 КАЧУРИН Н. М., д.т.н., проф.
 КОСОРУКОВ О. А., д.т.н., проф.
 КРАСНОГОРСКАЯ Н. Н., д.т.н.,
 проф.
 КСЕНОФОНТОВ Б. С., д.т.н.,
 проф.
 КУКУШКИН Ю. А., д.т.н., проф.
 ЛУЦЦИ С., проф. (Италия)
 МАЛАЯН К. Р., к.т.н., проф.
 МАРТЫНЮК В. Ф., д.т.н., проф.
 МАТЮШИН А. В., д.т.н.
 МИНЬКО В. М., д.т.н., проф.
 МИРМОВИЧ Э. Г., к.ф.-м.н., доц.
 ПАЛЯ Я. А., д.с.-х.н., проф.
 (Польша)
 ПЕТРОВ С. В., к.ю.н., с.н.с.
 СИМАНКИН А. Ф., к.т.н., доц.
 ТОПОЛЬСКИЙ Н. Г., д.т.н., проф.
 ФИЛИН А. Э., д.т.н., доц.
 ФРИДЛАНД С. В., д.х.н., проф.
 ЦЗЯН МИНЦЮНЬ, д.т.н.,
 проф. (Китай)
 ШВАРЦБУРГ Л. Э., д.т.н., проф.

7(175)
2015

СОДЕРЖАНИЕ

ОХРАНА ТРУДА И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

- Сугак Е. Б.** Природа производственного травматизма в аспекте управления профессиональными рисками 3
Никифоров Д. А., Ворона А. А., Богомолов А. В., Кукушкин Ю. А. Методика оценивания потенциальной ненадежности действий летчика. 7

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Кашин В. И.** Экологическое нормирование и наилучшие доступные технологии. 17
Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Воропаева А. А., Виноградов М. С., Сеник Е. В. Проблемы подтопления и затопления селитебных территорий: возможные пути решения. 23
Буренин В. В., Иванниа Е. С. Очистка отходящих дымовых газов тепловых электростанций, работающих на угле 28

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

- Дурнев Р. А., Котосонова А. С., Галиуллина Р. Л.** Системно-динамическая модель информирования населения при аварии на химически опасном объекте 37

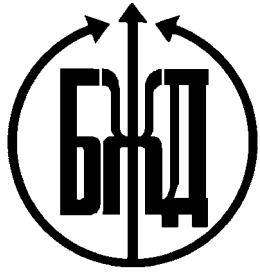
ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Горшков Ю. Г., Житенко И. С., Калугин А. А.** Пожары — большое стихийное бедствие 46
Еналеев Р. Ш., Красина И. В., Сабирзянова Р. Н., Сухова А. А., Каргин А. В. Прогнозирование пожарной опасности текстильных материалов 50

ОБРАЗОВАНИЕ

- Симакова Е. Н., Гапонюк Н. А., Щалпегин О. Н.** Актуализация ФГОС ВО по направлению "Техносферная безопасность" с учетом требований профессиональных стандартов. . . . 59
Омельченко М. В., Норсеева М. Е. Современные подходы к обучению подрастающего поколения основам безопасности жизнедеятельности 67

Журнал входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук, и включен в систему Российского индекса научного цитирования.



LIFE SAFETY

BEZOPASNOST' ŽIZNEDATELNOSTI

The journal published since
January 2001

Editorial board

BALYKHIN G. A., Dr. Sci. (Econ.)
GRACHEV V. A., Cor.-Mem. RAS,
Dr. Sci. (Tech.)
GRIGORYEV S. N., Dr. Sci. (Tech.)
DURNEV R. A., Dr. Sci. (Tech.)
ZALIKHANOV M. Ch.,
Acad. RAS, Dr. Sci. (Tech.)
KLIMKIN V. I., Cand. Sci. (Tech.)
KOTELNIKOV V. S., Dr. Sci. (Tech.)
RODIN V. E., Dr. Sci. (Tech.)
SOKOLOV E. M., Dr. Sci. (Tech.)
TETERIN I. M., Dr. Sci. (Tech.)
USHAKOV I. B., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Med.)
FEDOROV M. P., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Tech.)
CHERESHNEV V. A., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Med.)
ANTONOV B. I.

Editor-in-chief

RUSAK O. N., Dr. Sci. (Tech.)

Deputy editor-in-chief

POCHTAREVA A. V.

Responsible secretary

PRONIN I. S.,
Dr. Sci. (Phys.-Math.)

Editorial staff

BELINSKIY S. O.,
Cand. Sci. (Tech.)
VASILYEV A. V., Dr. Sci. (Tech.)
IVANOV N. I., Dr. Sci. (Tech.)
KACHURIN N. M., Dr. Sci. (Tech.)
KOSORUKOV O. A., Dr. Sci. (Tech.)
KRASNOGORSKAYA N. N.,
Dr. Sci. (Tech.)
KSENOFONTOV B. S.,
Dr. Sci. (Tech.)
KUKUSHKIN Yu. A.,
Dr. Sci. (Tech.)
LUZZI S. (Italy), Prof.
MALAYAN K. R., Cand. Sci. (Tech.)
MARTYNYUK V. Ph.,
Dr. Sci. (Tech.)
MATYUSHIN A. V., Dr. Sci. (Tech.)
MINKO V. M., Dr. Sci. (Tech.)
MIRMOVICH E. G.,
Cand. Sci. (Phis.-Math.)
PALJA Ja. A. (Poland),
Dr. Sci. (Agri.-Cult.)
PETROV S. V., Cand. Sci. (Yurid.)
SIMANKIN A. F., Cand. Sci. (Tech.)
TOPOLSKIY N. G., Dr. Sci. (Tech.)
FILIN A. E., Dr. Sci. (Tech.)
FRIDLAND S. V., Dr. Sci. (Chem.)
JIANG MINGJUN (China), Prof.
SHVARTSBURG L. E.,
Dr. Sci. (Tech.)

7(175)
2015

CONTENTS

LABOUR PROTECTION AND POPULATION HEALTH

- Sugak E. B.** The Nature of Occupational Injuries in the Aspect of Management of Professional Risks 3
Nikiforov D. A., Vorona A.A., Bogomolov A.V., Kukushkin Yu.A. Technique of Estimation of Potential Unreliability of Actions of the Pilot 7

ECOLOGICAL SAFETY

- Kashin V. I.** Ecological Regulation and the Best Available Technology 17
Ksenofontov B. S., Taranov R. A., Kozodaev A. S., Voropaeva A. A., Vinogradov M. S., Senik E. V. Problems of Flooding on Residential Areas: Possible Solutions 23
Burenin V.V., Ivanina E.S. Cleaning of Flue Gases from Thermal Coal-Fired Power Plants 28

SITUATION OF EMERGENCY

- Durnev R. A., Kotosonova A. S., Galiyllina R. L.** System and Dynamic Model of Informing the Population at Accident on Chemical Dangerous Object 37

FIRE SAFETY

- Gorshkov Ju. G., Zhitenko I. S., Kalugin A. A.** Automatic Fire Extinguishing System for Especially Dangerous Objects of Agricultural Production 46
Enalejev R. Sh., Krasina I. V., Sabirzyanova R. N., Sukhova A. A., Kargin A. V. Prediction of Fire Hazard for Textile Fabrics 50

EDUCATION

- Simakova E. N., Gaponyk N. A., Shalpegin O. N.** Changes Educational Standard in "Technosphere Safety" with Regard to the Requirements of Professional Standards 59
Omelchenko M. V., Norseeva M. E. Modern Approaches to Training of Younger Generation to Fundamentals of Healthy and Safe Activity 67

Information about the journal is available online at: <http://novtex.ru/bjd>, e-mail: bjd@novtex.ru

УДК 621.039.58

Е.Б. Сугак, канд. техн. наук, доц., e-mail: SugakEB@mgsu.ru, проф. кафедры, Московский государственный строительный университет

Природа производственного травматизма в аспекте управления профессиональными рисками

Современная система менеджмента производственной безопасности и здоровья основана на том, что несчастные случаи происходят, в основном, по объективным причинам, а не из-за нарушения работником правил техники безопасности. Только при таком подходе возможно оценивать и управлять профессиональными рисками, обеспечить эффективный профилактический характер трудоохранных мероприятий. В качестве доказательств объективной природы инцидентов в статье анализируются количественные показатели "пирамиды травматизма" Г.-У.Гейнриха и статистические данные Международной организации труда.

Ключевые слова: объективные причины травматизма, опасные и вредные производственные факторы, управление профессиональными рисками, "пирамида травматизма"

В последние десятилетия в развитых странах наблюдаются серьезные улучшения в сфере производственного травматизма и профессиональных заболеваний. Позитивные тенденции в уменьшении трудовых потерь связаны с созданием и внедрением в практическую деятельность новой модели охраны труда, на основе которой сформировалась современная система управления, получившая название "системы менеджмента производственной безопасности и здоровья (СМ ПБЗ)" [1]. Переход на новые способы хозяйствования был обусловлен исчерпанием ресурсов традиционных методов управления, которые в реалиях постиндустриальной экономики не обеспечивали должной эффективности в снижении производственных издержек, показывали слабую динамику по сокращению несчастных случаев и заболеваний производственного характера. При этом вышеперечисленные явления происходили на фоне периодического возрастания стоимости рабочей силы, что отрицательно сказывалось на рентабельности и конкурентоспособности предприятий.

Реформированные системы управления производственной безопасностью и здоровьем достаточно быстро продемонстрировала свои преимущества. Например, на предприятиях Германии в период 1968—1983 гг. зафиксировано почти трехкратное уменьшение числа смертельных исходов на производстве, соответственно существенно снизились количество и тяжесть других инцидентов и заболеваний [2]. Но главный эффект оказался в другом. Меры по повышению безопасности производственных процессов, по

улучшению комфортности рабочих мест способствовали модернизации технологий, обновлению производственного оборудования и инструмента, оптимизации инфраструктуры предприятий. Реформирование осуществлялось в рамках выполнения соответствующих государственных законодательных решений, на основе которых Министерством труда ФРГ были разработаны программы, направленные на реализацию принципа "гуманизации труда", на повышенное внимание к учету человеческого фактора в производственном процессе.

Произошедшие изменения в системе управления и меры по модернизации основных фондов способствовали улучшению качества выпускаемой продукции и услуг, увеличению производительности труда, положительно сказались на мотивации персонала, позитивно отразились на экономических показателях предприятия и на его конкурентоспособности. Как показывают ежегодные опросы работодателей Евросоюза, большинство из них признают, что улучшение безопасности и комфортности рабочих мест является основным приоритетом их деятельности, обеспечивает надежную и эффективную основу для стабильного и долгосрочного развития фирмы [3, 4].

Одна из важных особенностей реформированной модели производственной безопасности состоит в изменении представления о природе происхождения несчастных случаев. В рамках традиционных подходов причинами возникновения неадекватной ситуации и происхождения в результате этого производственного инцидента



чаще всего признаются нарушения работником правил техники безопасности. Нарушения, как правило, связывают с недостаточной ответственностью или квалификацией работника, его усталостью, ошибками или другими личностными особенностями. На уровне рабочего-исполнителя такая версия имеет право на существование, она подразумевает возможность исправления ситуации с помощью дополнительного инструктажа, изменения режима труда и отдыха и прочих мер, которые проводит в рамках своих служебных обязанностей и возможностей специалист по охране труда.

Однако на уровне ответственности работодателя или руководителя производственного процесса меры субъективного фактора безопасности, касающиеся образовательных и воспитательных процедур с рабочими-исполнителями после того, как с кем-то из них произошел несчастный случай, в малой степени отражают возможности начальника влиять на безопасность труда подчиненных, особенно в плане выполнения мероприятий профилактического характера. Сегодняшнее требование к руководителям производства отражены в Постановлении Правительства РФ от 27.10.2011 г. "О мерах, направленных на улучшение условий труда, сохранения жизни и здоровья работников на производстве", в Трудовом кодексе РФ и конкретизированы в ГОСТ Р 54934—2012 "Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья". Требования состоят во внедрении системы управления охраной труда, основанной на превентивных мерах к сохранению здоровья работающих с помощью оценки и учета профессиональных рисков. Подобный подход подразумевает профилактический характер проводимых действий, которые позволяют предотвратить вероятный инцидент и тем самым осуществить самоуправление профессиональными рисками. С точки зрения безопасности труда профессиональные риски означают прежде всего опасные и вредные производственные факторы, которые потенциально являются источниками происхождения несчастных случаев и профессиональных заболеваний.

Таким образом, в сегодняшних условиях руководитель производственного процесса не может признавать основной причиной несчастных случаев нарушение работником правил техники безопасности, потому что, во-первых, это не соответствует профилактическому характеру выполняемых после произошедшего инцидента управленческих решений, во-вторых, тщательное расследование инцидента обязательно покажет наличие объективных причин произошедшего, а не только неверные действия работника, и, в-третьих, субъективные качества персонала не являются профессиональными рисками, которыми можно

в полной мере действенно управлять. Эффективное руководство профилактическими средствами возможно только при управлении объективными параметрами производственной среды, а именно различными действиями с опасными и вредными производственными факторами, которые формируют основной массив профессиональных рисков для безопасности труда.

Дискуссия о природе происхождения несчастных случаев на первый взгляд кажется второстепенной. Более важным для практики могут представляться вопросы о содержании мероприятий по устранению причин инцидента или о реализации этих мероприятий. На самом деле первый шаг к безопасности рабочего места — расследование и выявление подробностей несчастного случая — может стать определяющим в успешности трудовой деятельности. При определении одного перечня причин инцидента будет сформирован соответствующий пакет предстоящих действий, при наличии других выводов план мероприятий будет иметь другую направленность. Практика показывает, что при расследовании одних и тех же фактов, при анализе одной и той же информации по конкретному несчастному случаю члены комиссии могут приходиться и приходят к разным выводам и к разному набору решений в зависимости от мировоззрения участников расследования. Сторонники традиционного подхода к охране труда приоритетом признают проблемы с нарушением персоналом правил техники безопасности, при других взглядах повышенное внимание будет направлено на объективные причины инцидента.

Идеология сегодняшней системы менеджмента производственной безопасности и здоровья состоит в том, что основными факторами происхождения несчастных случаев и профессиональных заболеваний признаются объективные причины, а именно, наличие на каждом рабочем месте определенного уровня опасных и вредных производственных факторов. Когда эти факторы проявляются, они наносят работнику повреждение той или иной степени тяжести. Чем больше на производстве опасных и вредных факторов, тем, как правило, больше происходит несчастных случаев и профессиональных заболеваний. Например, в офисной работе уровень опасных и вредных факторов низок, и здесь фиксируют мало инцидентов, а в строительном производстве массив этих факторов один из самых крупных, поэтому на стройплощадке количество несчастных случаев значительно, как и тяжесть повреждений. Другими словами, в первом случае уровень профессионального риска можно признать приемлемым, а во втором — риск получения травмы или профессионального заболевания существенен.

Зависимость уровня профессионального риска от количества и качества опасных и вредных производственных факторов характерна для большинства отраслей народного хозяйства. Однако существуют исключения из общего порядка, которые, как известно, также являются подтверждением правил. Такими исключениями признаются производственные процессы в атомной промышленности и при полетах в космос. Обладая высокими уровнями опасных и вредных факторов от различных внешних воздействий, в том числе от источников ионизирующих излучений, эти отрасли демонстрируют приемлемый уровень травматизма и профессиональных заболеваний технически обеспеченных комплексных систем защиты, т. е. объективного фактора безопасности. В частности, эти отрасли являются менее опасными, чем, например, строительное производство.

Понятия об опасных и вредных производственных факторах, их роли в происхождении несчастных случаев и профессиональных заболеваний и в улучшении безопасности производственной среды являются ключевыми в системе управления профессиональными рисками. Американский специалист Г.-У. Гейнрих предложил так называемую "пирамиду травматизма", на которой наглядно отражается взаимодействие опасных производственных факторов с количеством и тяжестью их проявления (см. рисунок). Содержание каждого уровня пирамиды описано ниже [2].

1. Незначительный инцидент — опасность проявилась, но не причинила никакого вреда человеку, так как работник и опасность не имели контакта.

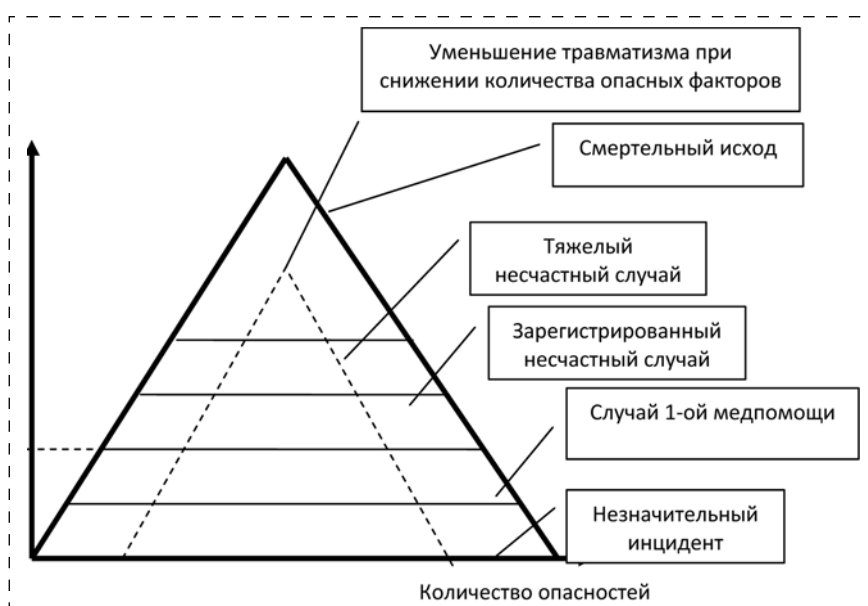
2. Случай первой медицинской помощи — опасность проявилась, причинила незначительный вред человеку без потери им трудоспособности.

3. Зарегистрированный несчастный случай — опасность проявилась, причинила вред человеку, что вызвало его нетрудоспособность на один день и больше, либо обусловило его перевод на менее опасное рабочее место на один день и более. По российским правилам такой инцидент квалифицируется как несчастный случай на производстве с последующей регистрацией и соответствующим расследованием причин.

4. Тяжелый несчастный случай — опасность проявилась и причинила вред либо группе работников, вызвав у них потерю трудоспособности, либо одному работнику с тяжестью, оцененной впоследствии как инвалидная травма. Нормативные документы в этом случае также предусматривают процедуры регистрации и расследования инцидента.

5. Смертельный исход — опасность проявилась и привела к летальному исходу.

"Пирамида травматизма" вобрала в себя огромный статистический материал, который проанализировали сотрудники Г.-У. Гейнриха, выполняющие заказы американских страховых компаний. Целью этих исследований являлась выработка рекомендаций, позволяющих оптимизировать выплаты страховых премий за произошедшие несчастные случаи и профессиональные заболевания. В результате обработки полученных данных выяснилось, что между количеством опасных производственных факторов и степенью тяжести от их проявления существует определенная устойчивая математическая зависимость: в результате действия 300...330 потенциально опасных производственных факторов происходят 29...30 несчастных случаев с потерей трудоспособности, один из которых будет с тяжелым исходом.



Пирамида травматизма Г.-У. Гейнриха

Следовательно, снижение числа несчастных случаев, независимо от степени тяжести причинения вреда, возможно, в основном, только путем уменьшения числа опасных и вредных производственных факторов, т. е. за счет объективных показателей производственной среды. Иными словами, если техническими и организационными мероприятиями удастся сократить размеры основания "пирамиды травматизма", то это позитивно сказывается на уменьшении травматизма по каждому ее уровню (см. рисунок).

Близкие по смыслу зависимости применяются и в методике Международной организации труда (МОТ) для оценки производственного травматизма в тех случаях, когда по различным причинам в стране



отсутствует достоверная статистика по этому вопросу. В подобных условиях для получения общей картины о состоянии дел с безопасностью труда используются количественные показатели по смертельным несчастным случаям, которые признаются наиболее правдоподобными из-за того, что летальные исходы на производстве сложно скрыть или сфальсифицировать.

Методика МОТ основана на том, что в странах, где собирается объективная информация по инцидентам на рабочих местах, отношение между количеством зарегистрированных несчастных случаев и случаев со смертельными исходами из года в год изменяется незначительно и является величиной достаточно стабильной.

Например, в Германии за период 1990—2008 гг. один смертельный исход фиксировался примерно из 1100...1300 регистрируемых несчастных случаев, аналогичные статистические показатели отмечены по Финляндии, Швейцарии и пр. Таким образом, используя отмеченные соотношения, можно с большой степенью вероятности по данным о смертельном производственном травматизме определять общее количество несчастных случаев в отрасли или в стране, осуществлять комплексную оценку состояния дел с безопасностью труда. Например, для России общее число травмируемых на производстве, рассчитанных по методике МОТ, составляет величину в 12—15 раз большую, чем отмечено официальной статистикой [5].

Наличие подобного соотношения подтверждает основной тезис современной системы менеджмента производственной безопасности и здоровья о том, что природа происхождения несчастных случаев имеет объективный характер и зависит от уровня профессионального риска на рабочем месте, т. е. от количества опасных и вредных производственных факторов. Признание природы происхождения несчастных случаев объективной должно приводить к коренной перестройке системы управления предприятием, к разработке новых должностных обязанностей руководителей и специалистов, основу деятельности которых должны составлять разработка и реализация технических и организационных мероприятий по снижению числа или по ликвидации опасных и вредных производственных факторов.

Список литературы

1. Федорев А. Г. Менеджмент производственной безопасности и оценка рисков: Сборник статей. — М.: АНО "ИБТ", 2012. — 152 с.
2. Сугак Е. Б. Общие вопросы охраны труда: инновационные решения: Учебное пособие. — М.: АСВ, 2009. — 78 с.
3. Охрана труда // Коммерсант Бизнес-Гид. — М., № 207/В — 7.10.2006. — 39 с.
4. Литвинов Р. А. Формирование систем управления охраной труда. Тенденции на международном уровне // Охрана труда и техника безопасности в строительстве. — 2013. — № 4 — С. 12—18.
5. Тихонова Г. И., Чуранова А. Н., Горчакова Т. Ю. Производственный травматизм как проблема социально-трудовых отношений в России // Проблемы прогнозирования. — 2012. — № 3. — С. 103—117.

Е. В. Sugak, Professor of Department, e-mail: SugakEB@mgsu.ru,
Moscow State Construction University

The Nature of Occupational Injuries in the Aspect of Management of Professional Risks

Modern systems occupation health and safety based on the fact that accidents occur mainly due to objective reasons and not because of violation worker the prevention accident rules. Only with such an approach is possible to assess and manage professional risks, to provide an effective preventive character of labour protection events. In article as evidence of an objective nature accidents are analyzed quantitative of the "pyramid of injuries" and statistics International labour organisation.

Keywords: objective causes injuries, occupational dangerous and hazard, management of professional risk, "pyramid of injuries"

References

1. Fedorec A. G. Menedzhment proizvodstvennoj bezopasnosti i ocenka riskov: sbornik statej. M.: ANO "IBT", 2012. 152 p.
2. Sugak E. B. Obshie voprosy ohrany truda. Uchebnoe posobie. M., ASV, 2009. 78 p.
3. Ohrana truda // Kommersant biznes-gid. № 207/V, 7.10.2006. 39 p.
4. Litvinov P. A. Formirovanie sistem upravlenija ohranoj truda. Tendencii na mezhdunarodnom urovne. Ohrana truda I tehnika bezopasnosti v stroitelstve. 2013. N. 4. P. 12—18.
5. Tihonova G. I., Churanova A. N., Gorchakova T. U. Proizvodstvennyi travmatizm kak problema socialno-trudovyh otnoshenij v Rossii. Problemy prognozirovaniya. 2012. N. 3. P. 103—117.

Д. А. Никифоров, канд. мед. наук, зам. нач. отдела,
А. А. Ворона, д-р мед. наук, проф., гл. науч. сотр.,
А. В. Богомолов, д-р техн. наук, проф., ст. науч. сотр.,
Ю. А. Кукушкин, д-р техн. наук, проф., вед. науч. сотр., email:kukushkinya@gmail.com,
Центральный научно-исследовательский институт Военно-воздушных сил
Министерства обороны Российской Федерации (Московская область, г. Шелково).

Методика оценивания потенциальной ненадежности действий летчика

В статье обоснованы факторы, ощутимо влияющие на надежность действий летчика: профессиональное здоровье летчика, уровень его профессиональной подготовленности, условия жизни и профессиональной деятельности. Отобраны имеющиеся и разработаны новые методики для оценки этих факторов. Учет и оценка факторов, влияющих на надежность действий летчика, легли в основу разработанной методологии обобщенной оценки потенциальной ненадежности действий летчика. Апробация в условиях авиационных частей экспериментально подтвердила валидность разработанной методики оценивания потенциальной ненадежности действий летчика. Использование разработанной методики позволяет выявлять опасные факторы, негативно влияющие на профессиональную надежность летчика, и своевременно принимать меры по их устранению.

Ключевые слова: безопасность полетов, потенциальная ненадежность действий летчика, надежность действий, профессиональное здоровье летчика, профессионально важные качества, условия жизни, условия профессиональной деятельности

Введение

Обеспечение высокого уровня безопасности полетов является одной из острых социально-экономических проблем настоящего времени. Анализ состояния безопасности полетов показывает, что 70...80 % авиационных происшествий, происходящих как в государственной, так и в гражданской авиации, связаны с человеческим фактором [1–7]. В большинстве этих случаев авиационные происшествия связаны с ошибками членов экипажа [1, 3–8]. Многие исследователи сходятся во мнении о том, что в экстремальных условиях функционирования (крайне жестких условиях для существования организма, что особенно характерно для летного состава государственной авиации) эргатическое звено (персонал) становится слабейшим в системах человек — машина [8].

Вследствие различий летчиков по летным способностям, уровню профессиональной подготовки, индивидуальным физическим и психофизиологическим особенностям, эмоционально-волевым качествам, состоянию здоровья, а также непостоянства этих характеристик во времени и невозможности учета всех факторов, влияющих на функциональное состояние летчика в полете, срыв деятельности является событием, имеющим определенную вероятность. Эта вероятность определена

как потенциальная ненадежность действий (ПНД) летчика и используется в качестве меры степени влияния на него факторов полета. Количественной основой этой меры является вероятность возникновения неблагоприятного эффекта (срыв деятельности, ошибочные действия) [9]. Эта вероятность может измеряться в различных шкалах.

Потенциальная (прогнозируемая) ненадежность действий летчика непосредственно связана с его надежностью действий. Вместе они образуют полную группу событий. Под надежностью действий понимается способность человека осуществлять определенную деятельность с требуемым качеством в течение требуемого интервала времени, сохраняя требуемый уровень производительности [9].

Для определения ПНД летчика необходимо разработать методику, включающую состав структурных элементов ее характеризующих и систему их взаимодействия (алгоритм) для получения количественной оценки.

Обоснование состава структурных элементов, используемых для оценивания потенциальной ненадежности действий

Рабочая деятельность летчика носит операторский характер и представляет собой выборочное и комбинированное использование полученных



в процессе обучения и трудовой деятельности знаний, умений и навыков для управления самолетом. Сложность и отличительная особенность операторской деятельности летчика состоит в том, что она протекает в условиях постоянного высокого риска, большой информационной загруженности и необходимости в осложненной полетной ситуации быстро принимать решения и выполнять определенные действия. При таком характере и условиях труда надежность операторской деятельности летчика естественно тесно связана с опытом, качеством приобретенных знаний, навыков и умений и одновременно с простотой и удобством их реализации [10]. Таким образом, обязательным элементом системы идентификации ПНД летчика является подсистема оценивания уровня его профессиональной подготовленности (ПП).

Вместе с тем нельзя забывать, что функциональной структурой, которая обучается и реализует полученные знания, является организм человека, организм каждого конкретного летчика. Поэтому другим важным компонентом надежности деятельности являются возможность организма летчика, его профессиональное здоровье (ПЗ). В ряде случаев иллюзорные ощущения, позднее опознание отказа, ошибочные действия могут являться следствием не низкого уровня знаний, навыков и умений, а имевшихся в данный момент низких функциональных возможностей человека. Объем и качество профессиональной подготовки не изменились, а организм с пониженной работоспособностью оказался несостоятельным для формирования требуемой деятельности [10]. О важности вклада профессионального здоровья летчика в безопасность полета свидетельствуют следующие факты.

Курсанты с недостаточно развитыми профессионально важными качествами (3-я группа профессионального психологического отбора) отчисляются из летных училищ по различным причинам практически в 2 раза чаще по сравнению с лицами, отнесенными к 1-й и 2-й группам. После окончания летного училища они в 1,5–2 раза чаще являются виновниками летных происшествий и предпосылок к ним, а также списываются с летной работы по состоянию здоровья [11].

При освоении современных авиационных комплексов на летчиков с различными нарушениями в состоянии здоровья (диагнозы врачебно-летной комиссии — ВЛК) приходится больше предпосылок к летным происшествиям, по сравнению с лицами, не имеющими диагнозов ВЛК. Для летчиков 3-го класса их количество оказывается в 2 раза, для 2-го класса на 29 % и для 1-го класса на 14 % больше [11]. Приведенные данные свидетельствуют о необходимости включения в подсистему блока оценивания профессионального здоровья.

Необходимо отметить, что уровень профессиональной подготовленности и профессионального здоровья у летчика подвержены изменениям под воздействием внешних факторов как в лучшую, так и в худшую сторону. Не секрет, что неблагоприятные условия труда и быта способны негативно влиять на эффективность и надежность летной деятельности, снижая удовлетворенность профессией, ухудшая профессионально важные качества, повышая частоту заболеваемости, препятствуя росту уровня профессиональной подготовленности. И наоборот. В связи с этим, для того чтобы прогнозировать потенциальную ненадежность действий летчика на перспективу (определенное время вперед), необходимо включить в систему подсистему оценивания факторов условий жизни и профессиональной деятельности летчика.

Состав подсистемы оценивания уровня профессиональной подготовленности летчика

Опытными летчиками и экспертами в области авиационной медицины и психологии в качестве компонентов профессиональной подготовленности, используемых для оценки ПНД летчика, были отобраны шесть компонентов.

1. Теоретическая подготовка в соответствии с требованиями Федеральных авиационных правил производства полетов государственной авиации — ФАППП ГА (по предметам крайней зачетной сессии).
2. Теоретическая подготовка по вопросам авиационной медицины.
3. Тренажерная подготовка.
4. Квалификационная категория.
5. Налет за квартал.
6. Перерывы в полетах в различных метеоусловиях.

Основными источниками информации для получения сведений по пунктам 1 и 3–6 является летная книжка и журнал тренажерной подготовки. С целью оценки уровня подготовленности летного состава по авиационной медицине были разработаны тестовые задания, представляющие собой перечень незаконченных утверждений, за которыми следуют варианты ответов (верные и неверные). Тестовые вопросы были составлены с учетом требований Федеральных авиационных правил медицинского обеспечения полетов государственной авиации к необходимому уровню знаний летным составом основ авиационной медицины. Оценка уровня знаний определяется количеством правильно выполненных тестовых заданий.

Состав подсистемы оценивания профессионального здоровья летчика

В основу принципиального подхода к оцениванию состояния здоровья летного состава легла концепция профессионального здоровья, сформулированная академиком В. А. Пономаренко. Профессиональное здоровье — способность организма сохранять компенсаторные и защитные свойства, обеспечивающие профессиональную надежность и работоспособность во всех условиях трудовой деятельности [12]. Профессиональное здоровье определяется на основании результатов анализа трех его компонентов — клинического статуса, функциональной устойчивости, профессионально важных качеств [13–15].

Предложенная авторами структура компонентов ПЗ летного состава имеет четкий "профессиональный" характер, так как в ее состав включены методы обследования, направленные на тестирование тех функциональных систем, которые в значительной степени определяют способность организма сохранять заданные компенсаторные и защитные механизмы, необходимые для обеспечения работоспособности во всех условиях, в которых протекает профессиональная деятельность летчика.

Состав компонента — клинический статус подсистемы оценивания профессионального здоровья летчика

В клинический статус в качестве структурно-функциональных элементов более низкого уровня обобщения включены: анамнестический статус, определяемый по заключению последней врачебно-летной комиссии; антропометрический статус, оцениваемый по росту-весовым характеристикам; психоэмоциональный статус, оцениваемый по результатам выполнения теста "САН"; статус сердечно-сосудистой системы (ЧСС), определяемый по пульсу, систолическому, диастолическому и пульсовому артериальному давлению (АД).

Состав компонента — функциональная устойчивость подсистемы оценивания профессионального здоровья летчика

Функциональная устойчивость оценивается по результатам выполнения модифицированной пробы Руфье, проб Штанге и Генча, методы проведения которых описаны в работе [16]. Пробы Штанге и Генча используются для оценки резервных возможностей функции внешнего дыхания [17–19]. Модифицированная проба Руфье проводится с целью оценки работоспособности и

функциональных резервов сердечно-сосудистой системы в ответ на воздействие дозированной физической нагрузки [17, 20].

Состав компонента — профессионально важные качества подсистемы оценивания профессионального здоровья летчика

В соответствии с концепцией профессионально важных качеств (ПВК), выделяют пять блоков ПВК: личностные, интеллектуальные, психофизиологические, физиологические и физические [10, 21].

Для включения в разрабатываемую систему оценивания ПНД летчика были отобраны ПВК, в наибольшей степени отражающие потребные характеристики летчика:

- для личностных ПВК: уровень мотивации;
- для интеллектуальных ПВК: пространственные способности, внимание и память;
- для физических ПВК: общефизические качества (сила, быстрота, выносливость) и специальные физические качества (статическая силовая выносливость).

Для исследования уровня мотивации используется мотивационная анкета для летчиков "Оценка факторов службы" (автор — В. И. Савченко). В данной анкете летчика просят выразить свое отношение к ряду причин и утверждений, способных оказывать отрицательное влияние на удовлетворенность профессией. Обследуемый отмечает степень выраженности своего отношения к представленным утверждениям по семибалльной шкале. Итоговым показателем, характеризующим уровень летной мотивации, является средний мотивационный балл, получаемый по результатам ответов на все вопросы.

Оценка пространственных способностей осуществляется при помощи восьмого субтеста методики исследования особенностей мышления (МИОМ-8, "Кубы") [17].

Внимание и память оцениваются с помощью методики "черно-красная таблица" (ЧКТ) [16, 17].

По уровню развития общефизических качеств у летчика можно судить об его общей неспецифической устойчивости к неблагоприятным факторам летного труда. Оценку за выполнение упражнений на силу, быстроту и выносливость можно брать из индивидуальной карточки учета по физической подготовке по результатам проведения последнего контрольного занятия.

Уровень развития специальных физических качеств свидетельствует о специфической устойчивости летчика к конкретным факторам полета: пилотажной перегрузке, вибрации, укачиванию и др. Для исследования статической силовой выносливости профессионально значимых групп мышц



были отобраны три упражнения, не требующие для их выполнения специального спортивного инвентаря или тренажеров. Это удержание туловища лицом вверх и лицом вниз и удержание положения полуприседа [21, 22].

Летчикам разных родов авиации требуется тренировка статической силовой выносливости различных групп мышц, что определяется спецификой их летной деятельности и теми факторами полета, с которыми им приходится сталкиваться. Летчики высокоманевренной авиации постоянно сталкиваются с воздействием пилотажных перегрузок. Для летчиков дальней и военно-транспортной авиации важной особенностью является длительное пребывание в вынужденной позе во время полета. К негативным факторам, воздействующим на летчиков армейской авиации, относится вибрация.

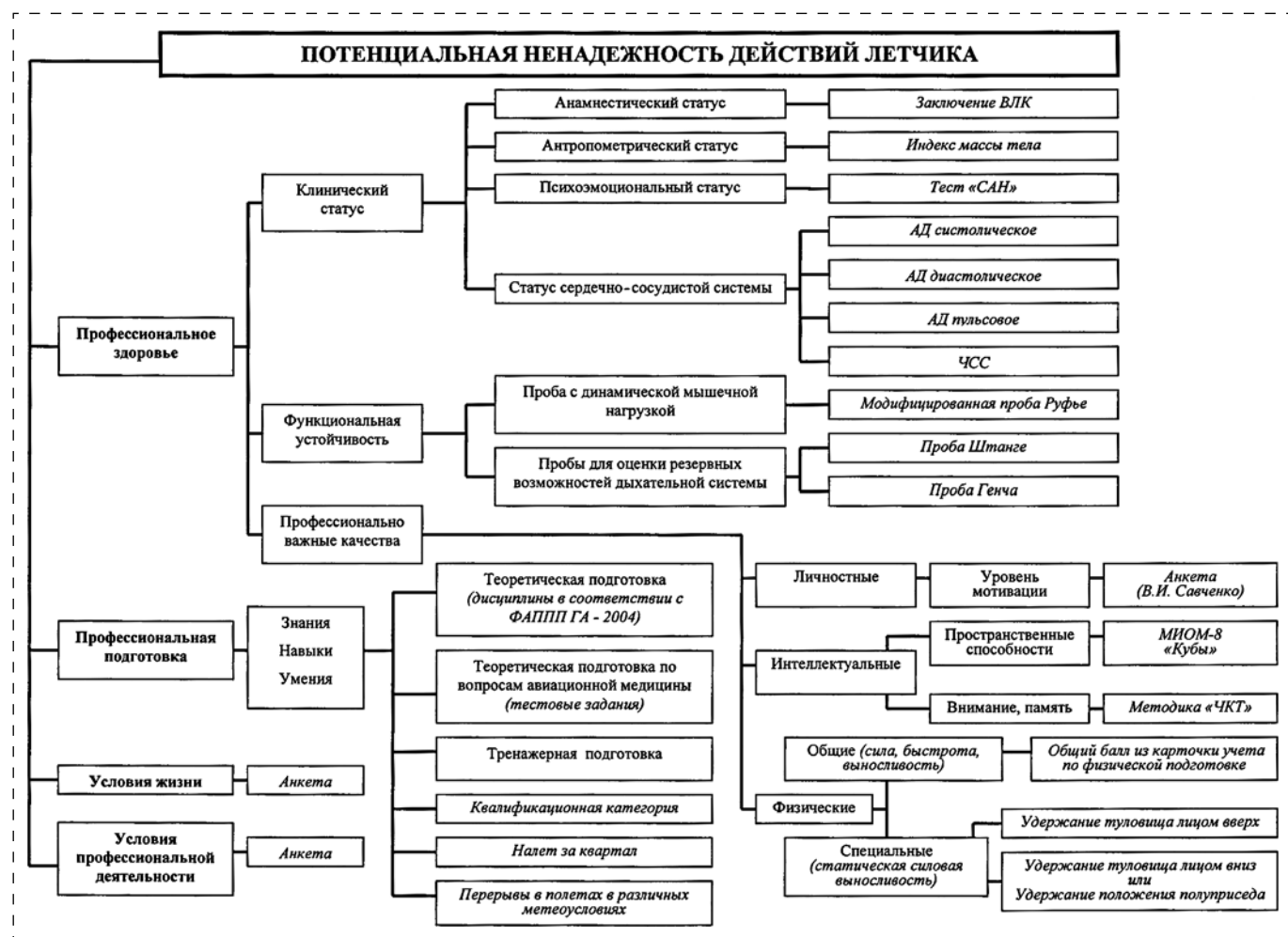
Учитывая вышесказанное, было определено использовать при исследовании статической силовой выносливости у летчиков высокоманевренной

авиации упражнения на удержание положения полуприседа и туловища лицом вверх; у летчиков дальней, военно-транспортной и армейской авиации — упражнения на удержание туловища лицом вверх и вниз.

Состав подсистем оценивания условий жизни и профессиональной деятельности летчика

С целью оценки условий жизни и профессиональной деятельности летчиков были разработаны два одноименных опросника.

На первом этапе разработки опросника были проанализированы факторы, имеющие отношение к организации и условиям летной деятельности и жизни в быту и способные влиять на надежность действий летчика. На основании этого анализа был сформулирован перечень вопросов. При составлении вопросов использовался опыт разработки опросников для оценки условий жизни лиц опасных профессий [23, 24].



Структурно-функциональная схема системы оценивания ПНД летчика

На втором этапе действующими летчиками данные вопросы были проверены на адекватность и достаточность с точки зрения приемлемости их использования для заявленной цели. Таким образом были сформированы две группы вопросов, одна — для оценки условий жизни (УЖ) (11 вопросов), вторая — для оценки условий профессиональной деятельности (УПД) (25 вопросов).

В опросниках предусмотрено, что ответы ранжируются в зависимости от оценивания летчиками различных частных показателей УПД и УЖ в четырехбалльной шкале порядка. Начальной точкой шкалы является оценка 2, конечной — 5. При переходе к номинативной шкале (шкале наименований) оценкам, находящимся в диапазонах (2...2,9) балла, соответствует категория "УПД или УЖ совсем не соответствуют требованиям, которые предъявляет профессия летчика, не допустимо"; (3...3,5) — "УПД или УЖ в основном не соответствуют требованиям, которые предъявляет профессия летчика, но допустимо"; (3,6...4,5) — "УПД или УЖ в основном соответствуют требованиям, которые предъявляет профессия летчика, но бывает лучше, есть замечания"; (4,6...5) — "УПД или УЖ полностью соответствуют требованиям, которые предъявляет профессия летчика, замечаний нет".

Структурно-функциональная схема системы оценивания ПНД летчика, включающая все описанные выше подсистемы, представлена на рисунке.

Методика оценивания потенциальной надежности действий летчика

Оценка ПНД является агрегативным (обобщенным, интегральным) показателем, синтез которого осуществляется по иерархической схеме. Как следует из рисунка, иерархия, используемая для оценивания ПНД, состоит из нескольких ветвей.

Верхним уровнем иерархии являются сам показатель ПНД (уровень 1). Следующий уровень (уровень 2) иерархии формируется из показателей, непосредственно связанных с верхним уровнем (профессиональное здоровье, профессиональная подготовка, условия жизни, условия профессиональной деятельности), составляющим четыре основных ветви иерархии. Значения показателей этого уровня получаются путем агрегации значений показателей уровня 3 иерархии (клинический статус, функциональная устойчивость, ПВК, знания, навыки, умения, результаты анкетного тестирования УЖ и УПД) и т. д. Показатели, используемые на различных уровнях иерархии, могут иметь различную значимость (важность,

вес) при вычислении значений показателей вышестоящего уровня иерархии. При использовании линейной свертки выражение для определения значения агрегированных показателей на любом уровне иерархии определяется по формуле

$$Y_j = \sum_{i=1}^{n_{j+1}} a_{i,j+1} x_{i,j+1}, \quad (1)$$

где Y_j — агрегированный показатель j -го уровня иерархии; n_{j+1} — количество показателей на $(j+1)$ -м уровне иерархии; $a_{i,j+1}$ — коэффициент важности (вес) i -го показателя $(j+1)$ -го уровня иерархии; $x_{i,j+1}$ — значение i -го показателя $(j+1)$ -го уровня иерархии.

Например, для самого высокого уровня иерархии (уровня 1) эта формула примет вид

$$Y_1 = a_{пп} ПП + a_{пз} ПЗ + a_{уж} УЖ + a_{упд} УПД, \quad (2)$$

где $a_{пп}$, $a_{пз}$, $a_{уж}$, $a_{упд}$ — весовые коэффициенты при соответствующих элементах второго уровня иерархии.

Этот показатель отражает прогнозируемую надежность действий летчика, т.е. $Y_1 = H_d$. Тогда

$$ПНД = 5 - Y_1 = 5 - H_d,$$

где H_d — надежность действия.

Основываясь на данных литературных источников [14—17, 22, 25] и экспертных оценках, диапазон значений всех показателей $x_{i,j+1}$, определяемых при обследовании летчика с целью оценки потенциальной ненадежности его деятельности, был разбит на четыре поддиапазона. Каждый из этих поддиапазонов соответствует определенному классу ПНД: "низкий уровень ПНД летчика", "допустимый уровень ПНД летчика", "предельно допустимый уровень ПНД летчика", "недопустимый уровень ПНД летчика". Этим классам ПНД на шкале порядка соответствуют баллы: в диапазоне от 2 до 5. В зависимости от того, в каком поддиапазоне находится балл ПНД летчика, он относится к одному из перечисленных выше классов (табл. 1). Чем больше балл, тем выше надежность летчика и ниже его ПНД.

Кроме того, предусмотрена подобная формализация четырех основных компонентов ПНД (профессионального здоровья, профессиональной подготовки, условий жизни и условий профессиональной деятельности), в зависимости от того, в каком диапазоне находятся соответствующие им агрегированные баллы.

Для определения коэффициентов важности в формулах (1), (2) следует воспользоваться методом анализа иерархий (МАИ) [26].



Соответствие баллов ПНД оценкам в шкале наименований

Поддиапазон значений агрегированного показателя $Y_1 (H_d)$	Поддиапазон значений ПНД	Оценка ПНД по шкале наименований	Предпринимаемые действия
4,6...5,0	0,4...0	Низкая	Специальные мероприятия по снижению риска не требуются, необходимо лишь поддерживать такое состояние
3,6...4,5	1,4...0,5	Допустимая	Требуются плановые мероприятия по снижению риска
3,0...3,5	2,0...1,5	Предельно допустимая	Требуются мероприятия по снижению риска в установленные кратчайшие сроки
2,0...2,9	3,0...2,1	Недопустимая	Требуются неотложные меры по снижению риска. Летчик не должен допускаться к тренировочным полетам до снижения риска

Основное назначение МАИ — решение слабо структурированных задач принятия решений (ПР). Среди преимуществ использования иерархии в качестве средства описания задачи ПР можно выделить следующие три [27].

1. Иерархическое представление задачи ПР позволяет описывать влияние элементов иерархии одного уровня на элементы другого уровня.

2. Процесс построения иерархий исходит из способа мышления человека (определение объектов и установление связей между ними).

3. Иерархия устойчива и гибка в том смысле, что малые ее изменения (удаление и добавление элементов) не разрушают характеристик иерархии.

Важность элементов иерархии оценивается экспертами с помощью шкалы отношений [30]. Данная шкала позволяет экспертам, сравнивая показатели, выражать превосходство одного над другим числами. Правомерность этой шкалы доказана теоретически при сравнении со многими другими шкалами [30]. При использовании указанной шкалы эксперт, сравнивая два показателя по их важности для определения оценок показателя, расположенного на вышестоящем уровне иерархии, должен поставить в соответствие этому сравнению число в интервале от 1 до 9 или обратное значение чисел.

В целях реализации метода парных сравнений было построено множество квадратных матриц, относящихся ко всем уровням иерархии [26].

Для составления указанных матриц были привлечены 11 высококвалифицированных экспертов (авиационные врачи, имеющие значительный опыт службы на медицинских должностях в частях ВВС, и военные летчики 1 класса, занимающие должности от командира эскадрильи до командира базы).

Схема процедуры экспертизы предусматривала для получения экспертных оценок весов показателей отсутствие взаимодействия между экспертами. При этом учитывался факт, что валидность экспертной оценки с ростом количественного состава экспертов повышается до определенного предела из-за эффекта насыщения [28].

Получение групповой оценки включало: статистический анализ согласованности оценок экспертов в экспертных группах; отбор экспертов, удовлетворяющих требованиям согласованности их оценок с экспертной группой. Для анализа согласованности оценок экспертов использовался коэффициент конкордации Кендалла [29], вычисляемый по формуле [30]

$$W = \frac{12S}{n^2(m^3 - m)},$$

где S — сумма квадратов отклонений суммы рангов каждого компонента экспертизы от среднего арифметического рангов; n — число экспертов; m — число компонентов экспертизы.

В зависимости от степени согласованности мнений экспертов коэффициент конкордации может принимать значения от 0 (при отсутствии согласованности) до 1 (при полном единодушии).

Процедура отбора экспертов, демонстрирующая наиболее высокую согласованность с экспертной группой, осуществлялась следующим образом. Для совокупности всех показателей, оцененных экспертами, в пределах экспертной группы рассчитывалось новое значение коэффициента конкордации при последовательном исключении каждого из 11 экспертов. Далее находилась величина отклонения, равная отношению модуля разницы рассчитанного таким образом коэффициента и первоначального W к величине исходного W для всех экспертов группы. Принято

считать, что оценка эксперта высоко согласована с оценкой экспертной группы, когда величина найденного отклонения не превышает 10 % [28].

Значение коэффициента конкордации мнений восьми экспертов при ранжировании четырех показателей 2-го уровня иерархии, вычисленные с помощью ППП.STATISTICA, составило 0,6617 при уровне значимости (вероятности отвержения нулевой гипотезы, если она верна) $p < 0,00121$.

Определение весовых коэффициентов в выражениях (1), (2) при использовании матриц парных сравнений осуществляется на основе вычисления главных собственных векторов для каждой матрицы. Вектор коэффициентов важности (весовых коэффициентов) показателей A является главным собственным вектором положительной квадратной матрицы парных сравнений (предпочтений) E и соответствует максимальному собственному значению λ_{\max} . Он вычисляется с помощью равенства

$$EA = \lambda_{\max}A. \quad (3)$$

Максимальное собственное значение λ_{\max} используется также для оценки численной (кардинальной) и транзитивной (порядковой) согласованности оценок эксперта. Отклонение от согласованности может быть выражено величиной индекса согласованности ($ИС$) или отношением согласованности ($ОС$):

$$ИС = (\lambda_{\max} - m)/(m - 1),$$

$$ОС = ИС/M(ИС),$$

где m — порядок матрицы парных сравнений; $M(ИС)$ — среднее значение индекса согласованности.

Значения $M(ИС)$ представлены в работах [26, 27]. В качестве допустимого используется значение $ОС \leq 0,1$.

Окончательные значения весовых коэффициентов показателей на всех уровнях иерархии определяются как среднее арифметическое значений,

Таблица 2

Значения коэффициентов важности (весов) структурно-функциональных компонентов ПНД летчика, входящих в формулу (2)

№ п/п	Компоненты ПНД	Вес
1	Профессиональное здоровье	0,25
2	Профессиональная подготовка	0,40
3	Условия жизни	0,13
4	Условия профессиональной деятельности	0,22

вычисленных по матрицам парных сравнений, заполненных каждым экспертом. Полученные таким способом значения коэффициентов уравнения (2), используемого для вычисления значения ПНД, представлены в табл. 2.

Однако использование для определения ПНД вышеуказанной методики, без ввода дополнительных ограничений, может привести к ошибочным результатам. Это связано с тем, что при вычислении агрегированных оценок показателей вышестоящих уровней иерархии по отношению к нижестоящим может возникнуть эффект "затемнения" ("блокирования") отдельных из них вследствие суммарного превосходства весовых коэффициентов других показателей того же уровня иерархии. Это обстоятельство обуславливает необходимость дополнительного применения логических продукционных правил (высказываний), обеспечивающих коррекцию оценок интегральных показателей вышестоящих уровней иерархии, вплоть до самого верхнего — целевого. Такой подход хорошо зарекомендовал себя на практике при создании автоматизированной системы оценки профессионального здоровья летного состава "НОРМА" [15]. Экспертами было сформулировано следующее продукционное правило. Если показатели профессионального здоровья и/или профессиональной подготовки, а это внутренние факторы, непосредственно и ощутимо влияющие на ПНД, находятся в диапазоне (2...2,9) балла, то балл ПНД полагается равным 2, что при переходе к номинативной шкале соответствует категории "недопустимый уровень ПНД летчика".

Апробация и оценка валидности разработанной методики оценивания ПНД

Используя разработанную методику оценивания ПНД летчика, было выполнено обследование летного состава трех авиационных частей истребительной, армейской и транспортной авиации. Всего в исследованиях приняло участие 60 летчиков. У каждого из них было оценено состояние профессионального здоровья, уровень профессиональной подготовки, условия жизни и профессиональной деятельности (табл. 3).

С целью определения валидности предложенной методики оценивания ПНД, по каждому летчику дополнительно были собраны внешние критерии, характеризующие уровень их профессиональной надежности: экспертная оценка командира, средний балл по результатам всех крайних летных проверок, количество ошибочных действий на час налета за крайний квартал. При этом эксперты для удобства оценивания летчиков использовали 10-балльную шкалу,



Таблица 3

Данные обследования летного состава с использованием разработанной методики оценивания ПНД летчика

№ п/п	Показатель, балл	Медиана	Нижний квартиль	Верхний квартиль
1	Профессиональное здоровье	3,83	3,57	4,10
2	Профессиональная подготовка	3,70	3,45	3,96
3	Условия жизни	4,10	3,74	4,33
4	Условия профессиональной деятельности	3,70	3,43	4,12
5	Надежность действий летчика	3,77	3,60	4,00
6	Потенциальная ненадежность действий летчика	1,23	1,00	1,4

в соответствии с которой внешним показателям, находящимся в диапазонах (8,5...10) баллов, соответствует категория "низкий уровень ПНД", (5,5...8,4) баллов — "допустимый уровень ПНД", (4...5,4) баллов — "предельно допустимый уровень ПНД" и (1...3,9) баллов — "недопустимый уровень ПНД". Полученные оценки опять приводились к принятой в данной методике четырехбалльной шкале.

Применение предложенной методики к результатам обследования летного состава позволило получить оценки ПНД летчиков, а также ее структурно-функциональных компонентов: профессионального здоровья, профессиональной подготовки, условий жизни и условий профессиональной деятельности, которые представлены в табл. 3.

Корреляционный анализ выявил наличие умеренной статистически значимой корреляции оценок ПНД летного состава со всеми отобранными для исследования внешними критериями. Было установлено наличие умеренной отрицательной статистически значимой корреляции ПНД летчиков с экспертной оценкой командира ($R = -0,30$; $p = 0,023$) и средним баллом по результатам всех крайних летных проверок ($R = -0,32$; $p = 0,014$), а также умеренной положительной статистически значимой корреляции с количеством ошибочных действий на час налета за крайний квартал ($R = 0,55$; $p = 0,000$).

Сравнение баллов, характеризующих ПНД летчиков и определенных в одном случае экспертами (командирами), а в другом — с помощью разработанного метода, не выявило статистически значимых различий по критерию Вилкоксона ($p = 0,47$).

Таким образом, разработаны общая методология и алгоритм, позволяющие дать обобщенную оценку потенциальной ненадежности действий летчика, а также охарактеризовать ее структурно-функциональные компоненты, тем самым выявить факторы, негативно влияющие на профессиональную надежность и эффективность летной деятельности. Наличие корреляции между баллом ПНД и внешними (независимыми) критериями, характеризующими уровень

профессиональной надежности летчиков, а также невозможность отвержения гипотезы об отсутствии различий в оценке ПНД, выполненной в одном случае с использованием разработанного метода, а в другом — экспертом (командиром), свидетельствуют о валидности методики оценки ПНД летчика. Знание авиационным командиром обнаруженных компонентов ПНД позволяет своевременно выявлять опасные факторы, негативно влияющие на профессиональную надежность и тем самым угрожающие безопасности полетов, и вовремя принимать меры по их устранению.

Список литературы

1. Берзан А. Я. Анализ состояния аварийности в государственной авиации Российской Федерации в 2011 году // Сборник трудов Общества независимых расследователей авиационных происшествий. Выпуск № 24. — М.: 2012. — С. 74—86.
2. Линьков А. В. Разработка автоматизированной системы прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий // Сборник трудов Общества независимых расследователей авиационных происшествий. Выпуск № 24. — М.: 2012. — С. 286—290.
3. Состояние безопасности полетов в гражданской авиации государств-участников соглашения о гражданской авиации и об использовании воздушного пространства в 2010 году (Доклад Межгосударственного авиационного комитета) [электронный ресурс] // Межгосударственный авиационный комитет [сайт]. URL: http://www.mak.ru/russian/info/doclad_bp/2010/bp10.pdf (дата обращения 22.11.2013).
4. Состояние безопасности полетов в гражданской авиации государств-участников соглашения о гражданской авиации и об использовании воздушного пространства в 2011 году (Доклад Межгосударственного авиационного комитета) [электронный ресурс] // Межгосударственный авиационный комитет [сайт]. URL: http://www.mak.ru/russian/info/doclad_bp/2011/bp11-2.pdf (дата обращения 22.11.2013).
5. Состояние безопасности полетов в гражданской авиации государств-участников соглашения о гражданской авиации и об использовании воздушного пространства в 2012г. (Доклад Межгосударственного авиационного комитета) [электронный ресурс] // Межгосударственный авиационный комитет [сайт]. URL: http://www.mak.ru/russian/info/doclad_bp/2012/bp12-2.pdf (дата обращения 22.11.2013).
6. Состояние безопасности полетов в гражданской авиации государств-участников соглашения о гражданской авиации и об использовании воздушного пространства в 2013 году (Доклад Межгосударственного авиационного комитета) [электронный ресурс] // Межгосударственный авиационный комитет [сайт]. URL: http://www.mak.ru/russian/info/doclad_bp/2013/bp13-2.pdf (дата обращения 22.11.2013).

- mak.ru/russian/info/doclad_bp/2013/bp13-2.pdf (дата обращения 17.04.2015).
7. **Состояние безопасности полетов в гражданской авиации государств-участников соглашения о гражданской авиации и об использовании воздушного пространства в 2014 году** (Доклад Межгосударственного авиационного комитета) [электронный ресурс] // Межгосударственный авиационный комитет [сайт]. URL: http://www.mak.ru/russian/info/doclad_bp/2014/bp14-2.pdf (дата обращения 17.04.2015).
 8. **Ушаков И. Б., Богомолов А. В., Гридин Л. А., Кукушкин Ю. А.** Методологические подходы к диагностике и оптимизации функционального состояния специалистов операторского профиля — М.: ОАО "Издательство "Медицина", 2004. — 136 с.
 9. **Ступаков Г. П., Ушаков И. Б.** Авиационная антропология (Проблемы медицины авиационного труда). — Воронеж, 1999. — Гл. 9. — С. 235—265.
 10. **Ступаков Г. П., Ушаков И. Б.** Авиационная антропология (Проблемы медицины авиационного труда). — Воронеж, 1999. — Гл. 14. — С. 345—360.
 11. **Ворона А. А.** Тестирование профессиональной надежности летного состава // Актуальные проблемы психофизиологического обеспечения учебно-боевой деятельности личного состава Вооруженных сил. Материалы научно-практической конференции. — М., 1997. — С. 50—51.
 12. **Пономаренко В. А.** Категория здоровья как теоретическая проблема в авиакосмической медицине // Космическая биология и авиакосмическая медицина. — 1990. — Т. 24, № 3. — С. 17—23.
 13. **Ступаков Г. П., Ушаков И. Б.** Авиационная антропология (Проблемы медицины авиационного труда). — Воронеж, 1999. — Гл. 12. — С. 345—360.
 14. **Ушаков И. Б., Кукушкин Ю. А., Богомолов А. В.** Физиология труда и надежность деятельности человека / Под ред. А. И. Григорьева; Отделение биологических наук РАН. — М.: Наука, 2008. — 317 с.
 15. **Дорошев В. Г.** Системный подход к здоровью летного состава в 21 в. — М.: "Паритет Граф", 2000. — 368 с.
 16. **Методики исследования в целях врачебно-летной экспертизы** / Под ред. Е. С. Бережнова, П. Л. Слепенкова. — М.: Военное издательство, 1995. — 455 с.
 17. **Методы исследования в физиологии военного труда** / Под ред. В. С. Новикова. — М.: Военное издательство, 1993. — 240 с.
 18. **Приказ** Министра обороны РФ от 27.04.2009 № 265 "Об утверждении Федеральных авиационных правил медицинского обеспечения полетов государственной авиации" [электронный ресурс] // Консультант плюс [сайт]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_89858/?frame=1 (дата обращения 05.12.2013).
 19. **Практикум по авиационной и космической медицине: Учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 060104 (040300) — "Медико-профилактическое дело"** / Под ред. И. Б. Ушакова, С. Л. Джергени. — М.: Издательский дом "Русский врач", 2008. — 138 с.
 20. **Функциональное состояние летчика в экстремальных условиях** / Под ред. В. А. Пономаренко, П. В. Васильева. — М.: Полет, 1994. — 424 с.
 21. **Формирование и развитие профессионально важных качеств у курсантов в процессе обучения в ВВАУЛ: Методическое пособие** / Под ред. В. А. Пономаренко, А. А. Ворони. — М.: Военное издательство, 1992. — 184 с.
 22. **Филатов В. Н., Маряшин Ю. Е., Малащук Л. С.** Комплекс специальной психофизиологической и силовой подготовки для летчиков высокоманевренных самолетов: Учебно-методическое пособие / Под ред. И. В. Бухтиярова. — М., 2009. — 68 с.
 23. **Ступаков Г. П., Ушаков И. Б.** Авиационная антропология (Проблемы медицины авиационного труда). — Воронеж, 1999. — Гл. 8. — С. 219—234.
 24. **Евдокимов В. И.** Вопросы качества жизни летного состава Украины. — Кировоград: ГЛАУ, 2002. — 112 с.
 25. **Приказ** Министра обороны РФ от 9 октября 1999 г. № 455 "Об утверждении Положения о медицинском освидетельствовании летного состава авиации Вооруженных Сил Российской Федерации" (с изменениями) [электронный ресурс] // Гарант [сайт]. URL: <http://www.base.garant.ru/181227/> (дата обращения 06.12.2013).
 26. **Саати Т.** Принятие решений. Метод анализа иерархий. — М.: Радио и связь, 1993. — 316 с.
 27. **Андрейчиков А. В., Андрейчикова О. Н.** Анализ, синтез, планирование решений в экономике: Учебник. — 2-е изд., доп. и перераб. — М.: Финансы и статистика, 2004. — 464 с.
 28. **Гуцыкова С. В.** Метод экспертных оценок: теория и практика. — М.: Издательство "Институт психологии РАН", 2011. — 144 с.
 29. **Халафян А. А.** STATISTICA 6. Математическая статистика с элементами теории вероятностей: Учебник. — М.: Издательство Бином, 2010. — 496 с.
 30. **Анохин А.Н.** Методы экспертных оценок: Учебное пособие. — Обнинск: ИАТЭ, 1996. — 148 с.

D. A. Nikiforov, Deputy Head of Department, **A. A. Vorona**, Chief Researcher, **A. V. Bogomolov**, Senior Research, **Yu. A. Kukushkin**, Leading Researcher, e-mail: kukushkinya@gmail.com, Central research Institute of the Air Force of the Ministry of defence of the Russian Federation (Moscow region, Shhyolkovo).

Technique of Estimation of Potential Unreliability of Actions of the Pilot

In article the factors noticeably influencing reliability of actions of the pilot are proved: professional health of the pilot, level of its professional readiness, living conditions and professional activity. Are selected available and new techniques are developed for an assessment of these factors. The account and an assessment of the factors influencing reliability of actions of the pilot formed the basis of the developed methodology of the generalized assessment of potential unreliability of actions of the pilot. Approbation in the conditions of air units experimentally confirmed validity of the developed technique of estimation of potential unreliability of actions of the pilot. Use of the developed technique allows to reveal the dangerous factors which are negatively influencing professional reliability of the pilot and in due time to take measures for their elimination.

Keywords: safety of flights, potential unreliability of actions of the pilot, reliability of actions, professional health of the pilot, professionally important qualities, living conditions, conditions of professional activity



References

1. **Berzan A. Ja.** Analiz sostojanija avarijnosti v gosudarstvennoj aviacii Rossijskoj Federacii v 2011 godu. *Sbornik trudov Obshhestva nezavisimyh rassledovatelej aviacionnyh proisshestvij*. Vypusk N. 24. M.: 2012. P. 74–86.
2. **Lin'kov A. V.** Razrabotka avtomatizirovannoj sistemy prognozirovaniya i predotvrashheniya aviacionnyh proisshestvij. *Sbornik trudov Obshhestva nezavisimyh rassledovatelej aviacionnyh proisshestvij*. Vypusk N. 24. M.: 2012. P. 286–290.
3. **Sostojanie** bezopasnosti poletov v grazhdanskoj aviacii gosudarstv-uchastnikov soglashenija o grazhdanskoj aviacii i ob ispol'zovanii vozdušnogo prostranstva v 2010 godu (*Doklad Mezhhgosudarstvennogo aviacionnogo komiteta*). Mezhhgosudarstvennyj aviacionnyj komitet [sajt]. URL: http://www.mak.ru/russian/info/doclad_bp/2010/bp10.pdf (data accessed 22.11.2013).
4. **Sostojanie** bezopasnosti poletov v grazhdanskoj aviacii gosudarstv-uchastnikov soglashenija o grazhdanskoj aviacii i ob ispol'zovanii vozdušnogo prostranstva v 2011 godu (*Doklad Mezhhgosudarstvennogo aviacionnogo komiteta*). Mezhhgosudarstvennyj aviacionnyj komitet [sajt]. URL: http://www.mak.ru/russian/info/doclad_bp/2011/bp11-2.pdf (data accessed 22.11.2013).
5. **Sostojanie** bezopasnosti poletov v grazhdanskoj aviacii gosudarstv-uchastnikov soglashenija o grazhdanskoj aviacii i ob ispol'zovanii vozdušnogo prostranstva v 2012 godu (*Doklad Mezhhgosudarstvennogo aviacionnogo komiteta*). Mezhhgosudarstvennyj aviacionnyj komitet [sajt]. URL: http://www.mak.ru/russian/info/doclad_bp/2012/bp12-2.pdf (data accessed 22.11.2013).
6. **Sostojanie** bezopasnosti poletov v grazhdanskoj aviacii gosudarstv-uchastnikov soglashenija o grazhdanskoj aviacii i ob ispol'zovanii vozdušnogo prostranstva v 2013 godu (*Doklad Mezhhgosudarstvennogo aviacionnogo komiteta*). Mezhhgosudarstvennyj aviacionnyj komitet [sajt]. URL: http://www.mak.ru/russian/info/doclad_bp/2013/bp13-2.pdf (data accessed 17.04.2015).
7. **Sostojanie** bezopasnosti poletov v grazhdanskoj aviacii gosudarstv-uchastnikov soglashenija o grazhdanskoj aviacii i ob ispol'zovanii vozdušnogo prostranstva v 2014 godu (*Doklad Mezhhgosudarstvennogo aviacionnogo komiteta*). Mezhhgosudarstvennyj aviacionnyj komitet [sajt]. URL: http://www.mak.ru/russian/info/doclad_bp/2014/bp14-2.pdf (data accessed 17.04.2015).
8. **Ushakov I. B., Bogomolov A. V., Gridin L. A., Kukushkin Ju. A.** Metodologicheskie podhody k diagnostike i optimizacii funkcional'nogo sostojanija specialistov operatorskogo profilja. M.: OAO "Izdatel'stvo "Medicina", 2004. 136 p.
9. **Stupakov G. P., Ushakov I. B.** Aviacionnaja antropojekologija (Problemy mediciny aviacionnogo truda). Voronezh, 1999. Gl. 9. P. 235–265.
10. **Stupakov G. P., Ushakov I. B.** Aviacionnaja antropojekologija (Problemy mediciny aviacionnogo truda). Voronezh, 1999. Gl. 14. P. 345–360.
11. **Vorona A. A.** Testirovanie professional'noj nadezhnosti letnogo sostava. *Aktual'nye problemy psihofiziologicheskogo obespechenija uchebno-boevoj dejatel'nosti lichnogo sostava Vooruzhennyh sil. Materialy nauchno-prakticheskoy konferencii*. M., 1997. P. 50–51.
12. **Ponomarenko V. A.** Kategorija zdorov'ja kak teoreticheskaja problema v aviakosmicheskoj medicene. *Kosmicheskaja biologija i aviakosmicheskaja medicina*. 1990. T. 24, N. 3. P. 17–23.
13. **Stupakov G. P., Ushakov I. B.** Aviacionnaja antropojekologija (Problemy mediciny aviacionnogo truda). Voronezh, 1999. Gl. 12. P. 345–360.
14. **Ushakov I. B., Kukushkin Ju. A., Bogomolov A. V.** Fiziologija truda i nadezhnost' dejatel'nosti cheloveka/ Pod red. A. I. Grigor'eva; Otdelenie biologicheskikh nauk RAN. M.: Nauka, 2008. 317 p.
15. **Doroshev V. G.** Sistemnyj podhod k zdorov'ju letnogo sostava v 21 v. M.: "Paritet Graf", 2000. 368 p.
16. **Metodiki** issledovanija v celjah vrachebno-letnoj jekspertizy/ Pod red. E. S. Berezhnova, P. L. Slepenskova. M.: Voennoe izdatel'stvo, 1995. 455 p.
17. **Metody** issledovanija v fiziologii voennogo truda / Pod red. V. S. Novikova. M.: Voennoe izdatel'stvo, 1993. 240 p.
18. **Prikaz** Ministra oborony RF ot 27.04.2009 N 265 "Ob utverzhenii Federal'nyh aviacionnyh pravil medicinskogo obespechenija poletov gosudarstvennoj aviacii". Konsul'tant pljus [sajt]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_89858/?frame=1 (data accessed 05.12.2013).
19. **Praktikum** po aviacionnoj i kosmicheskoj medicene. Uchebnoe posobie dlja studentov, obuchajushhhsja po special'nosti 060104 (040300) — "Mediko-profilakticheskoe delo" / Pod red. I. B. Ushakova, S. L. Dzhergenii. M.: Izdatel'skij dom "Russkij vrach", 2008. 138 p.
20. **Funkcional'noe sostojanie** letchika v jekstremal'nyh uslovijah / Pod red. V. A. Ponomarenko, P. V. Vasil'eva. M.: Polet, 1994. 424 p.
21. **Formirovanie** i razvitie professional'no vazhnyh kachestv u kursantov v processe obuchenija v VVAUL. Metodicheskoe posobie / Pod red. V. A. Ponomarenko, A. A. Vorony. M.: Voennoe izdatel'stvo, 1992. 184 p.
22. **Filatov V. N., Marjashin Ju. E., Malashuk L. S.** Kompleks special'noj psihofiziologicheskoy i silovoj podgotovki dlja letchikov vysokomanevrennyh samoletov. Uchebno-metodicheskoe posobie / Pod red. I. V. Buhtijarova. M., 2009. 68 p.
23. **Stupakov G. P., Ushakov I. B.** Aviacionnaja antropojekologija (Problemy mediciny aviacionnogo truda). Voronezh, 1999. Gl. 8. P. 219–234.
24. **Evdokimov V. I.** Voprosy kachestva zhizni letnogo sostava Ukrainy. Kirovograd: GLAU, 2002. 112 p.
25. **Prikaz** Ministra oborony RF ot 9 oktjabrja 1999g. N 455 Ob utverzhenii Polozhenija o medicinskom osvidetel'stvovanii letnogo sostava aviacii Vooruzhennyh Sil Rossijskoj Federacii" (s izmenenijami). Garant [sajt]. URL: <http://www.base.garant.ru/181227/> (data accessed 06.12.2013).
26. **Saati T.** Prinjatje reshenij. Metod analiza ierarhij. M.: Radio i svjaz', 1993. 316 p.
27. **Andrejchikov A. V., Andrejchikova O. N.** Analiz, sintez, planirovanie reshenij v jekonomike: Uchebnik. 2-e izd., dop. i pererab. M.: Finansy i statistika, 2004. 464 p.
28. **Gucykova S. V.** Metod jekspertnyh ocenok: teorija i praktika. M.: Izdatel'stvo "Institut psihologii RAN", 2011. 144 p.
29. **Halafjan A. A.** STATISTICA 6. Matematicheskaja statistika s jelementami teorii verojatnostej: Uchebnik. M.: Izdatel'stvo Binom, 2010. 496 p.
30. **Anohin A. N.** Metody jekspertnyh ocenok. Uchebnoe posobie. Obninsk: IATJe, 1996. 148 p.

УДК 574.62-5

В. И. Кашин, академик РАН, e-mail: igor.s.pronin@mail.ru, председатель, Комитет Государственной Думы РФ по природным ресурсам, природопользованию и экологии

Экологическое нормирование и наилучшие доступные технологии

Статья посвящена федеральному закону от 21.07.2014 № 219-ФЗ "О внесении изменений в федеральный закон "Об охране окружающей среды" и отдельные законодательные акты Российской Федерации", который направлен на совершенствование механизма государственного регулирования в области охраны окружающей среды — системы нормирования негативного воздействия. В этом законе проведена комплексная ревизия ряда положений, касающихся важного принципа охраны — "загрязнитель платит". Уточнены понятия: "нормативы в области охраны окружающей среды", "нормативы допустимых выбросов и допустимых сбросов", "временно разрешенные выбросы", "экологический контроль", "наилучшая доступная технология". Введены новые понятия: "временно разрешенные сбросы", "объект, оказывающий негативное воздействие на окружающую среду", "комплексное экологическое разрешение", "технологические нормативы и показатели", "технические нормативы", "стационарный и передвижной источник загрязнения окружающей среды".

Рассматриваемым законом предусмотрено разделение объектов на четыре категории в зависимости от объема и массы негативного воздействия на окружающую среду и применения ими наилучших доступных технологий. Государственная экологическая экспертиза должна проводиться до разработки проектной документации объекта, а при исчислении платы за негативное воздействие на окружающую среду будут применяться понижающие и повышающие коэффициенты. Закон вносит также изменения в Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях.

Ключевые слова: изменение положений и понятий в области охраны окружающей среды, новые понятия по выбросам и сбросам, установление категорий объектам с позиций охраны окружающей среды, понижающие и повышающие коэффициенты при определении платы за негативное воздействие на окружающую среду

Укрепление экологической безопасности Российской Федерации, обеспечение конституционного права каждого на благоприятную окружающую среду, равно как сохранение уникальных природных систем России для настоящего и будущих поколений, является одной из важнейших задач государства.

В Российской Федерации экологическая ситуация характеризуется высоким уровнем текущего антропогенного воздействия на окружающую среду и значительной величиной накопленного экологического ущерба. В этой связи потребность в более совершенном подходе к правовому регулированию вопросов охраны окружающей среды назрела уже давно.

Одним из основных механизмов государственного регулирования охраны окружающей среды является система нормирования негативного воздействия. Не секрет, что эта система долгое время являлась одним из камней преткновения эффективной реализации государственной природоохранной политики.

В этой связи Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации совместно с Комитетом Государственной Думы по природным ресурсам, природопользованию и экологии в течение более двух лет велась работа по созданию прочной законодательной основы преодоления проблем в этой области. В итоге был подготовлен и 2 июля 2014 г. принят Государственной Думой в третьем чтении и утвержден Федеральный закон от 21.07.2014 г. № 219-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон "Об охране окружающей среды" и отдельные законодательные акты Российской Федерации" [1] (далее — Федеральный закон "О нормировании").

Он направлен на совершенствование правового регулирования нормирования в области охраны окружающей среды и введения мер экономического стимулирования хозяйствующих субъектов для внедрения наилучших доступных технологий.

Устанавливаемая Федеральным законом "О нормировании" система правового регулирования



эффективно усиливает меры государственного управления и надзора в отношении предприятий, оказывающих максимальное воздействие на окружающую среду, при одновременном снятии излишних административных барьеров по отношению к остальным хозяйствующим субъектам.

Принимая во внимание новизну выбранного подхода к правовому регулированию соответствующих отношений в сфере охраны окружающей среды, рассмотрим основные положения Федерального закона "О нормировании", которые позволят вывести российские предприятия на новый уровень экологической эффективности.

Понятийный аппарат

Совершенствование системы природоохранного и смежного законодательства, накопленный опыт правоприменительной практики, равно как развитие системы отношений в сфере взаимодействия общества и природы, вызвало необходимость закрепления новых и изменения прежних правовых понятий и определений.

При подготовке рассматриваемого закона была проведена комплексная ревизия понятийного аппарата, сведен к минимуму риск вольных толкований Федерального закона от 10.01.2002 № 7-ФЗ "Об охране окружающей среды" [2], иных законодательных и нормативных правовых актов Российской Федерации.

Уточнены понятия "нормативы в области охраны окружающей среды", "нормативы допустимых выбросов", "нормативы допустимых сбросов", "временно разрешенные выбросы", "контроль в области охраны окружающей среды (экологический контроль)", "наилучшая доступная технология".

Введены понятия "временно разрешенные сбросы", "объект, оказывающий негативное воздействие на окружающую среду", "комплексное экологическое разрешение", "технологические нормативы", "технологические показатели", "технические нормативы", "стационарный источник загрязнения окружающей среды", "передвижной источник загрязнения окружающей среды".

Основные принципы охраны окружающей среды

Основываясь на Конституции Российской Федерации, в целях правовой имплементации общепринятых принципов международного природоохранного права в статье 3 Федерального закона "Об охране окружающей среды" закреплены основополагающие начала взаимоотношений в системе "человек — окружающая среда". Положения статьи призваны сориентировать граждан, юридических лиц, а также органы государственной

власти в выборе наиболее экологически эффективных стратегий принятия управленческих и иных решений.

Не секрет, что ввиду относительной декларативности формулировок ряд положений рассматриваемой статьи не в полной мере реализует заложенный в них потенциал. Это, в том числе, относится и к одному из важнейших принципов охраны окружающей среды "загрязнитель платит", который в редакции Федерального закона от 12.03.2014 № 27-ФЗ "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам осуществления Федерального государственного лесного надзора (лесной охраны) и осуществлении мероприятий по защите и воспроизводству лесов" был отражен лишь как "платность природопользования и возмещение вреда окружающей среде". Федеральный закон "О нормировании", в целях усиления названного принципа, закрепил обязательность финансирования юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, осуществляющими хозяйственную и (или) иную деятельность, которая приводит или может привести к загрязнению окружающей среды, мер по предотвращению и (или) уменьшению негативного воздействия на окружающую среду, устранению последствий этого воздействия.

Расширение полномочий органов государственной власти

Принятие Федерального закона "О нормировании" неизбежно влечет за собой необходимость разработки и принятия целого ряда подзаконных нормативных правовых актов. В связи с этим необходимыми полномочиями наделяются соответствующие федеральные и региональные органы государственной власти.

Следует отметить, что полномочия по ведению государственного учета объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, а также по установлению временно разрешенных выбросов и сбросов на объектах регионального государственного экологического надзора закрепляются за субъектами Российской Федерации.

Дифференциация подхода к применению мер государственного регулирования в отношении объектов хозяйственной и иной деятельности

Федеральным законом "О нормировании" предусматривается разделение объектов хозяйственной и иной деятельности на четыре категории:

I — оказывающие значительное негативное воздействие на окружающую среду и относящиеся

к областям применения наилучших доступных технологий;

II — оказывающие умеренное негативное воздействие на окружающую среду;

III — оказывающие незначительное негативное воздействие на окружающую среду;

IV — оказывающие минимальное негативное воздействие на окружающую среду.

Полномочиями по установлению критериев отнесения объектов к той или иной категории наделено Правительство Российской Федерации. При этом объекту будет присваиваться конкретная категория в момент постановки его на государственный учет.

Новая система нормирования в области охраны окружающей среды

Во-первых, Федеральным законом "О нормировании" ограничивается перечень загрязняющих веществ, в отношении которых будут применяться меры государственного регулирования (нормирование). С момента вступления в силу соответствующих положений данного Федерального закона закрытый перечень таких веществ будет устанавливаться Правительством Российской Федерации:

— с учетом уровня токсичности, канцерогенных и (или) мутагенных свойств химических и иных веществ, в том числе имеющих тенденцию к накоплению в окружающей среде, а также их способности к преобразованию в окружающей среде в соединения, обладающие большей токсичностью;

— с учетом данных государственного экологического мониторинга и социально-гигиенического мониторинга;

— при наличии методик (методов) измерения загрязняющих веществ.

Во-вторых, основанием установления конкретных нормативов качества окружающей среды определены не только результаты лабораторных исследований, но также данные наблюдений за состоянием окружающей среды в отношении территорий и акваторий.

В-третьих, перечень нормативов допустимого воздействия на окружающую среду дополнен технологическими и техническими нормативами.

Технологические нормативы будут разрабатываться юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, осуществляющими хозяйственную и (или) иную деятельность на объектах I категории. При этом устанавливаться они будут на основе технологических показателей наилучших доступных технологий. Такой порядок будет введен после разработки или пересмотра справочников наилучших доступных технологий.

Технические нормативы будут устанавливаться техническими регламентами в отношении двигателей передвижных источников загрязнения окружающей среды.

Наилучшие доступные технологии

Применение наилучших доступных технологий (НДТ) направлено на комплексное предотвращение или минимизацию негативного воздействия на окружающую среду.

В соответствии с Федеральным законом "О нормировании" области применения НДТ будут устанавливаться Правительством Российской Федерации. При этом к таковым могут быть отнесены и оказывающая значительное негативное воздействие на окружающую среду хозяйственная и иная деятельность, а также технологические процессы, оборудование, технические способы и методы, применяемые при осуществлении хозяйственной и иной деятельности.

В свою очередь, технологические процессы, оборудование, технические способы и методы, применяемые при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, будут определяться в качестве наилучшей доступной технологии для конкретной области уполномоченным органом исполнительной власти исходя из следующих критериев:

— наименьший уровень негативного воздействия на окружающую среду в расчете на единицу времени или объем производимой продукции (товара), выполняемой работы, оказываемой услуги либо другие предусмотренные международными договорами Российской Федерации показатели;

— экономическая эффективность внедрения и эксплуатации НДТ;

— применение ресурсо- и энергосберегающих методов;

— период внедрения НДТ;

— промышленное внедрение НДТ на двух и более объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

Методические рекомендации по определению технологии в качестве "наилучшей доступной", как и соответствующие справочники НДТ, также будут разрабатываться уполномоченным федеральным органом исполнительной власти. При этом справочники наилучших доступных технологий должны будут пересматриваться не реже 1 раза в 10 лет.

По истечении установленного Федеральным законом "О нормировании" переходного периода к 2018 г. вступит в законную силу требование о проектировании, строительстве и реконструкции отнесенных к областям НДТ объектов с учетом технологических показателей НДТ.



Государственный экологический надзор

В соответствии с Федеральным законом "О нормировании" федеральный государственный экологический надзор будет организовываться и осуществляться на объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, и включенных в перечень, утверждаемый федеральным органом исполнительной власти.

Перечень объектов, подлежащих федеральному государственному экологическому надзору, теперь определяется на основании установленных Правительством Российской Федерации критериев.

Субъекты Российской Федерации будут организовывать и осуществлять государственный экологический надзор на объектах, не включенных в данный перечень.

В отношении объектов IV категории плановые проверки государственного экологического надзора не предусмотрены.

Комплексные экологические разрешения

В отношении объектов I категории Федеральный закон "О нормировании" предусматривает замену трех видов разрешительной документации (разрешения на выбросы, сбросы, размещение отходов) комплексным экологическим разрешением.

В случае невозможности соблюдения технологических нормативов, равно как нормативов допустимых выбросов или сбросов, у хозяйствующего субъекта возникает обязанность подачи совместно с заявкой на получение комплексного экологического разрешения дополнительно:

- проекта программы повышения экологической эффективности;
- планируемых временно разрешенных выбросов, временно разрешенных сбросов с указанием объема или массы выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ на текущий момент и на период реализации программы повышения экологической эффективности, а также после ее реализации.

Выдача комплексного разрешения отнесена к полномочиям определенного Правительством Российской Федерации органа исполнительной власти. В комплексном экологическом разрешении отражены:

- технологические нормативы;
- нормативы допустимых выбросов, сбросов высокотоксичных веществ, веществ, обладающих канцерогенными, мутагенными свойствами (веществ I, II класса опасности), при наличии таких веществ в выбросах загрязняющих веществ, сбросах загрязняющих веществ;
- нормативы допустимых физических воздействий;

- лимиты на размещение отходов производства и потребления;
- требования к обращению с отходами производства и потребления;
- программа производственного экологического контроля;
- срок действия комплексного экологического разрешения.

Необходимо заострить внимание на том, что комплексное экологическое разрешение подлежит пересмотру частично или полностью в случаях изменения технологических процессов основных производств, замены оборудования, сырья, которые повлекли за собой изменение количественных или качественных показателей негативного воздействия на окружающую среду.

Декларации о воздействии на окружающую среду

В соответствии с Федеральным законом "О нормировании" декларацию о воздействии на окружающую среду будут подавать юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие деятельность на объектах, отнесенных ко II категории. Одновременно с декларацией хозяйствующие субъекты обязаны будут представить расчеты нормативов допустимых выбросов и сбросов.

При этом декларация может быть подана как на бумажном носителе, так и в электронной форме, с соответствующим уровнем защиты информации посредством цифровой подписи.

Необходимо отметить, что при условии неизменности технологических процессов основных производств, а также качественных и количественных характеристик негативного воздействия на окружающую среду, декларация должна будет подаваться 1 раз в семь лет.

Экономическое стимулирование

Федеральный закон "О нормировании" предусматривает направленную государственную поддержку хозяйствующим субъектам в целях повышения эффективности той их деятельности, которая осуществляется в целях охраны окружающей среды. При этом будет осуществляться содействие:

- в инвестировании внедрения НДТ и иных мер по снижению негативного воздействия;
- в экологическом образовании и информационной поддержке мероприятий по снижению воздействия, использованию возобновляемых источников энергии, вторичных ресурсов;
- в разработке новых методов контроля загрязнения и иных эффективных мер в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Поддержка будет осуществляться посредством предоставления налоговых льгот, льгот по плате за негативное воздействие на окружающую среду, а также государственных капиталовложений.

Государственная экологическая экспертиза

Одной из важнейших целей Федерального закона "О нормировании" является восстановление института государственной экологической экспертизы. В Федеральный закон от 23.11.1995 № 174-ФЗ "Об экологической экспертизе" внесены изменения, расширяющие перечень объектов экспертизы. Теперь государственная экологическая экспертиза будет проводиться также в отношении:

— проектной документация объектов капитального строительства, относящихся к объектам I категории;

— материалов обоснования комплексного экологического разрешения.

Кроме того, проведение государственной экологической экспертизы переносится на более раннюю стадию проектирования — до разработки проектной документации. Также сокращаются сроки организации и проведения экспертизы, а положительное заключение государственной экологической экспертизы становится бессрочным.

Плата за негативное воздействие на окружающую среду

Федеральным законом "О нормировании" устанавливается закрытый перечень видов негативно-го воздействия на окружающую среду, осуществление которых влечет плату. В частности, это:

— выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками;

— сбросы загрязняющих веществ в составе сточных вод в водные объекты;

— размещение отходов производства и потребления.

Платежной базой является количество загрязняющих веществ, поступивших от стационарных источников в окружающую среду в виде выбросов, сбросов, а также количество размещенных в отчетном периоде отходов. Эта база определяется плательщиком самостоятельно на основе данных производственного экологического контроля в отношении веществ, включенных в соответствующий перечень.

В целях стимулирования юридических лиц и индивидуальных предпринимателей к проведению мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду и внедрению наилучших доступных технологий при исчислении платы за негативное воздействие на окружающую

среду к ставкам такой платы применяются понижающие и повышающие коэффициенты.

Коэффициент 0:

— за объем или массу выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ в пределах технологических нормативов после внедрения наилучших доступных технологий;

— за объем или массу отходов производства и потребления, подлежащих накоплению и фактически использованных с момента образования в собственном производстве в соответствии с технологическим регламентом или переданных для использования в течение срока, предусмотренного законодательством Российской Федерации в области обращения с отходами.

Коэффициент 1:

— за объем или массу выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ в пределах нормативов допустимых выбросов, нормативов допустимых сбросов;

— за объем или массу отходов производства и потребления, размещенных в пределах лимитов на их размещение, а также в соответствии с отчетностью об образовании, использовании, обезвреживании и о размещении отходов производства и потребления, представляемой в соответствии с законодательством Российской Федерации в области обращения с отходами.

Коэффициент 25:

— за объем или массу выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ в пределах временно разрешенных выбросов, временно разрешенных сбросов;

— за объем или массу отходов производства и потребления, размещенных с превышением установленных лимитов на их размещение либо указанных в декларации о воздействии на окружающую среду, а также в отчетности об образовании, использовании, обезвреживании и о размещении отходов производства и потребления, представляемой в соответствии с законодательством Российской Федерации в области обращения с отходами.

Коэффициент 100:

— за объем или массу выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ, превышающих установленные для объектов I категории такие объем или массу, а также превышающих указанные в декларации о воздействии на окружающую среду для объектов II категории такие объем или массу.

Следует отметить, что внесение платы за негативное воздействие не освобождает плательщиков от обязанностей по осуществлению мер по снижению негативного воздействия, возмещению вреда, причиненного окружающей среде в результате деятельности, а также от ответственности за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды.



Административная ответственность

Федеральным законом "О нормировании" внесены изменения в Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях.

Во-первых, расширен состав информации за сокрытие, умышленное искажение или несвоевременное сообщение которой предусмотрена административная ответственность. Теперь в ее состав входят:

- данные, полученные при осуществлении производственного экологического контроля;
- информация, содержащаяся в заявлении о постановке на государственный учет объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду;
- декларация о воздействии на окружающую среду;
- декларация о плате за негативное воздействие на окружающую среду;
- отчет о выполнении плана мероприятий по охране окружающей среды или программы повышения экологической эффективности.

Кроме того, Федеральным законом "О нормировании" предусматривается увеличение в 2—4 раза размеров административных штрафов.

Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях также дополняется новыми статьями, предусматривающими административную ответственность:

- за невыполнение или несвоевременное выполнение обязанности по подаче заявки на

постановку на государственный учет объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, представлению сведений для актуализации учетных сведений;

- за осуществление хозяйственной и (или) иной деятельности без комплексного экологического разрешения.

В заключение следует отметить, что Федеральный закон "О нормировании" является фундаментом для устойчивого развития России, он носит комплексный характер. Его положения гармонизированы с признанными в мире подходами в сфере экологического регулирования и должны быть в максимальной степени эффективно реализованы на территории Российской Федерации.

Это позволит нашей стране к 2020 г. выйти на мировой уровень экологической эффективности с модернизированным производственным сектором и высочайшим уровнем экологической ответственности во благо настоящих и будущих поколений.

Список литературы

1. **Федеральный закон** от 21.07.2014 № 219-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон "Об охране окружающей среды" и отдельные законодательные акты Российской Федерации".
2. **Федеральный закон** от 10.01.2002 № 7-ФЗ "Об охране окружающей среды" (с изменениями).

V. I. Kashin, Chairman, e-mail: igor.s.pronin@mail.ru, State Duma Committee of the Russian Federation on natural resources, nature use and ecology

Ecological Regulation and the Best Available Technology

The article is devoted to the new Federal law "On reeducation" which is an addition to the existing basic law "On environmental protection" and is aimed at improving the mechanism of state regulation in the field of environmental protection — the system of regulation of negative impact. The new law conducted a comprehensive audit of various provisions relating to the important principle of protection — "polluter pays" principle. Refined concepts "standard in the field of environmental protection, standards for allowable emissions", were "environmental control", "best available technology". New concepts introduced "temporarily permitted discharges", "object that have a negative impact on the environment", "integrated environmental permit", "operating standards and indicators", "technical regulations", "stationary and mobile source pollution". The new law provides for the division of objects into 4 categories depending on the volume and mass of the negative impact on the environment and use of best available technologies. Under the new law, the state environmental expertise should be conducted prior to the development of the design documentation of the object, and the calculation of payments for negative impact on the environment will apply lowering and raising factors. The new law also makes changes to the Codex of the Russian Federation on administrative offences.

Keywords: change of terms and concepts in the field of environmental protection, the introduction of new concepts for emissions and discharges, establish categories of objects from the standpoint of environmental protection, step-down and step-up rations when determining payments for the negative impact on the environment

References

1. **Federal'nyj zakon** ot 21.07.2014 N. 219-FZ "O vnesenii izmenenij v Federal'nyj zakon "Ob ohrane okruzhajushhej sredy" i ot del'nye zakonodatel'nye akty Rossijskoi Federazii".
2. **Federal'nyj zakon** ot 10.01.2002 N. 7-FZ "Ob ohrane okruzhajushhej sredy" (s izmeneniyami).

Б. С. Ксенофонов, д-р техн. наук, проф., e-mail: borisflot@mail.ru,
Р. А. Таранов, ст. преп., **А. С. Козодаев**, канд. техн. наук, доц., **А.А. Воропаева**, инж.,
М. С. Виноградов, асп., **Е. В. Сеник**, асп., МГТУ им. Н. Э. Баумана

Проблемы подтопления и затопления селитебных территорий: возможные пути решения

Рассмотрены аспекты возможного влияния различных факторов на процессы подтопления селитебных территорий с оценкой возможных рисков. По-новому предлагается оценивать риск подтопления таких территорий, а также определять перечень превентивных мероприятий, снижающих коэффициент риска подтопления этих территорий. Предлагается коэффициент опасности оценивать по величине интенсивности выпадающих осадков, причем наиболее опасным значениям соответствует месячная норма осадков.

Коэффициент уязвимости оценивается с помощью четырех факторов, в совокупности характеризующих селитебную территорию с точки зрения возможного подтопления. Вычисляемый коэффициент риска в этом случае зависит как от интенсивности выпадающих осадков, так и от особенностей рассматриваемой территории. Указанный подход позволяет в комплексе рассматривать мероприятия с точки зрения исключения подтопления территории в случае выпадения осадков с различной интенсивностью.

Ключевые слова: риск, селитебная территория, подтопление, ливень, оценка риска, дамба, интенсивность осадков, система водоотведения, структура грунта, коэффициент уязвимости, коэффициент опасности

Рост масштабов катастрофических природных явлений, вызванных глобальными изменениями климата, угрозы катастроф природного и техногенного характера становятся значимыми для национальной безопасности Российской Федерации. Самым значительным событием 2013 г. было затопление территорий Дальневосточного региона. В 2014 г. событиями катастрофического масштаба было подтопление ряда селитебных территорий в Алтайском крае РФ, затопление территорий в Италии (г. Генуя), Франции, Бразилии (г. Сан-Паулу).

Указанные факты свидетельствуют о том, что явления подтопления и затопления территорий являются масштабными и характерными для всех обитаемых континентов Земли. В связи с этим данные проблемы имеют международный масштаб. В РФ предпринимаются различные мероприятия по предотвращению отрицательного действия этих явлений, но пока, к сожалению, они не очень эффективны. Для рассмотрения этой проблемы предлагается комплексный подход, включающий оценку рисков, а также в перспективе строительство сооружений отвода поверхностного стока в условиях чрезвычайных ситуаций и в глобальном варианте зарегулирование стока больших водных артерий — рек, протекающих по территориям, наиболее часто затопляемым.

В результате анализа выявлены наиболее значимые факторы, влияющие на процесс подтопления,

в том числе интенсивность выпадающих осадков, рельеф территории, структура грунтов, конструкция зданий, а также системы водоотвода поверхностного стока

В настоящее время для оценки рисков подтопления используются усредненные характеристики выпадения осадков [1, 2]. Такая оценка не соответствует реальным ситуациям, возникающим в результате выпадения сильных ливней. В связи с этим предлагается подход, основанный на определении коэффициента опасности подтопления от выпадения сильных ливней в долях от месячной нормы осадков.

Оценка риска подтопления селитебных территорий

Для количественной характеристики степени опасности подтопления селитебной территории используется безразмерный коэффициент опасности подтопления λ , который предлагается определять в долях от месячной нормы осадков λ_M и который нормируется в диапазоне от 0 до 1, т. е. $0 \leq \lambda_M \leq 1$.

Так же как и коэффициент опасности, коэффициент уязвимости может быть нормирован, и его значения меняются в диапазоне от 0 до 1, т. е. $0 \leq v_y \leq 1$. Определение коэффициента уязвимости отражает восприимчивость территории со всеми



Таблица 1

Коэффициент уязвимости v_y селитебной территории

Код	v_y	Код	v_y	Код	v_y	Код	v_y	Код	v_y	Код	v_y	Код	v_y	Код	v_y	Код	v_y
1111	0,00	1211	0,05	1311	0,15	2111	0,05	2211	0,15	2311	0,25	3111	0,15	3211	0,25	3311	0,40
1112	0,10	1212	0,15	1312	0,25	2112	0,30	2212	0,35	2312	0,45	3112	0,55	3212	0,60	3312	0,75
1113	0,20	1213	0,25	1313	0,35	2113	0,40	2213	0,45	2313	0,55	3113	0,65	3213	0,70	3313	0,85
1121	0,05	1221	0,10	1321	0,20	2121	0,15	2221	0,20	2321	0,40	3121	0,25	3221	0,30	3321	0,55
1122	0,15	1222	0,20	1322	0,30	2122	0,35	2222	0,40	2322	0,50	3122	0,60	3222	0,65	3322	0,75
1123	0,25	1223	0,30	1323	0,40	2123	0,45	2223	0,50	2323	0,60	3123	0,70	3223	0,75	3323	0,90
1131	0,10	1231	0,20	1331	0,30	2131	0,20	2231	0,30	2331	0,40	3131	0,30	3231	0,40	3331	0,60
1132	0,20	1232	0,30	1332	0,40	2132	0,40	2232	0,50	2332	0,60	3132	0,65	3232	0,75	3332	0,90
1133	0,40	1233	0,40	1333	0,50	2133	0,60	2233	0,60	2333	0,70	3133	0,85	3233	0,85	3333	1

находящимися на ней объектами к опасному воздействию подтопления. Это приводит к необходимости оценки этой величины для территорий различного функционального назначения (селитебная, промышленная территории, зоны рекреации, дороги, линии электропередач и т. п.) с учетом различных факторов [3]. Рассмотрим факторы уязвимости для селитебной территории с присвоением соответствующих кодов, где код 1 — низкая степень уязвимости; код 2 — средняя степень уязвимости; код 3 — высокая степень уязвимости.

1. Уровень рассматриваемой территории (рельеф):
 - выше нуля¹ — код 1;
 - нуль — код 2;
 - ниже нуля — код 3.
2. Качество грунтов:
 - песок — код 1;
 - суглинок — код 2;
 - глина — код 3.
3. Вид постройки:
 - с подвалом — код 3;
 - без подвала — код 2;
 - на сваях — код 1.
4. Мощность системы водоотведения:
 - малая — код 3 (спроектирована согласно СНиП 2.04.03—85, но находится в неудовлетворительном состоянии);
 - средняя — код 2 (спроектирована согласно СНиП 2.04.03—85);
 - большая — код 1 (спроектирована с усиленным водоотведением).

Коэффициент уязвимости селитебной территории с учетом рассматриваемых факторов представлен в табл. 1.

¹ За нуль принимается нулевая строительная отметка.

Далее на основании полученных результатов рассчитывается коэффициент риска подтопления территории по формуле [3]

$$R_{\Pi} = \frac{\sum_{i=1}^k v_{yi} \lambda_{mi} S_i}{S_0}, \quad (1)$$

где v_{yi} — коэффициент уязвимости территории, разбитой на i участков; λ_{mi} — коэффициент опасности подтопления территории; S_0 — площадь территории, для которой определяется коэффициент риска подтопления R_{Π} ; S_i — непересекающиеся между собой площади, на которые разбивается площадь S_0 и для которых оценены и известны коэффициенты опасности подтопления λ_{mi} и уязвимости подтопления v_{yi} .

Ранжирование территории по степени риска подтопления территорий приведено в табл. 2.

Рассмотрим три примера применения данной методики расчета риска подтопления селитебной однородной территории.

1. На территории площадью 1 га выпало в сутки 0,5 от месячной нормы осадков, т. е. $\lambda_m = 0,5$. Рассматриваемая территория расположена полностью выше нулевой отметки. Грунт песчаный, постройки выполнены на сваях. Система водоотведения спроектирована с усиленным водоотведением.

Код данной территории 1111. Коэффициент опасности подтопления $\lambda_m = 0,5$; коэффициент уязвимости территории $v_y = 0,0$ (см. табл. 1).

Подставив данные в формулу (1), получим

$$R_{\Pi} = \frac{0,0 \cdot 0,5 \cdot 1}{1} = 0,0.$$

Следовательно, $R_{\Pi} < 0,1$, что соответствует малому риску подтопления данной территории (см. табл. 2).

Таблица 2

Ранжирование территории по степени риска подтопления территории

Малый риск	$R_{\text{п}} < 0,1$
Умеренный риск	$0,1 \leq R_{\text{п}} < 0,25$
Большой риск	$0,25 \leq R_{\text{п}} < 0,5$
Критическая ситуация	$R_{\text{п}} \geq 0,5$

2. На территории площадью 1 га выпало в сутки 0,5 от месячной нормы осадков ($\lambda_{\text{м}} = 0,5$). Рассматриваемая территория расположена на нулевой отметке. Грунт суглинок, постройки выполнены без подвальных помещений. Система водоотведения спроектирована согласно СНиП 2.04.03—85 Строительные нормы и правила. Канализация. Наружные сети и сооружения.

Код данной территории 2222. Коэффициент опасности $\lambda_{\text{м}} = 0,5$; коэффициент уязвимости территории $\nu_{\text{у}} = 0,4$ (см. табл. 1).

Подставив данные в формулу (1), получим

$$R_{\text{п}} = \frac{0,4 \cdot 0,5 \cdot 1}{1} = 0,2.$$

Следовательно, $0,1 \leq R_{\text{п}} < 0,25$, что соответствует умеренному риску подтопления данной территории (см. табл. 2).

3. На территории площадью 1 га выпало в сутки 0,5 от месячной нормы осадков ($\lambda_{\text{м}} = 0,5$). Рассматриваемая территория расположена полностью ниже нулевой отметки. Грунт глиняный, постройки выполнены с подвальными помещениями. Система водоотведения проектируется согласно СНиП 2.04.03—85, но находится в неудовлетворительном состоянии.

Код данной территории 3333. Коэффициент опасности $\lambda_{\text{м}} = 0,5$; коэффициент уязвимости территории $\nu_{\text{у}} = 1,0$ (см. табл. 1).

Подставив данные в формулу (1), получим

$$R_{\text{п}} = \frac{1,0 \cdot 0,5 \cdot 1}{1} = 0,5.$$

Следовательно, $R_{\text{п}} \geq 0,5$, что соответствует критической ситуации (см. табл. 2).

Для снижения коэффициента риска подтопления территории целесообразно провести ряд мероприятий.

Мероприятия по снижению риска

Расположение жилой застройки на возвышенных местах позволяет избежать подтопления, а в критической ситуации и затопления. Анализ

примеров возможной застройки в пониженных местах рельефа показывает на сложности не только в развитии рельефного ландшафта, но и на опасность обрушения построенных зданий [4].

Важнейшее значение для исключения подтопления селитебных территорий имеет структура грунтов. В случае, если грунт — это суглинки и глины различной породы, то проблема естественного водоотвода затруднена, что приводит к большому риску подтопления территории.

В других случаях, в частности на песчаных грунтах, как правило, естественный водоотвод не затруднен, и риск подтопления малый. Это должно учитываться при расчете расхода поверхностного стока.

Особое значение имеет конструкция зданий, в частности при наличии подвального или полуподвального помещения. Такие здания должны строиться на возвышенных местах. В случае размещения зданий на местах с пониженным рельефом здание необходимо строить на сваях.

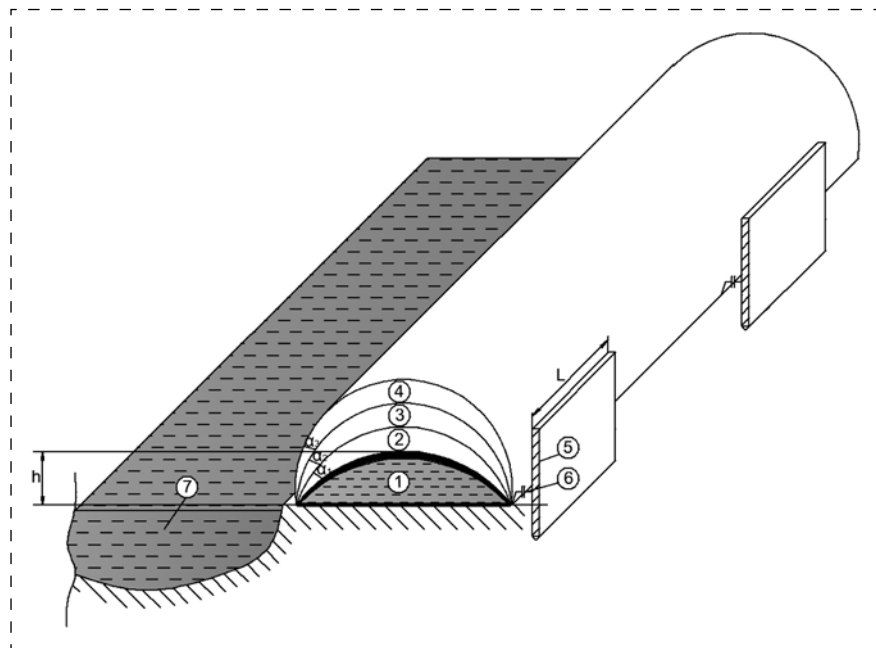
Водоотвод с селитебных территорий необходимо рассчитывать при проектировании жилых микрорайонов и промышленных зон. Важнейшее значение при этом имеет определение расхода поверхностного стока. Имеющиеся в настоящее время рекомендации [5] не учитывают максимального выпадения осадков в рассматриваемом районе и структуру грунтов. В связи с этим был разработан новый подход к определению поверхностного стока с учетом отмеченных недостатков известной методики [6, 7]. Суть нового подхода сводится к следующему расчету.

Расход дождевых вод различной вероятности превышения с учетом максимальной интенсивности выпадения осадков и структуры почвогрунтов $Q_{\text{др}}$, м³/с, определяется по формуле [6, 7]

$$Q_{\text{др}} = 16,7 a_{\text{р}} \alpha_{\text{р}} F \varphi K_{\text{J}} K_{\text{ф}} (1 - \gamma_{\text{исп}}), \quad (2)$$

где $a_{\text{р}}$ — расчетная интенсивность осадков, соответствующая требуемой вероятности превышения (ВП) для расхода [6, 7]; $\alpha_{\text{р}}$ — расчетный коэффициент склонового стока [6, 7]; F — водосборная площадь, км²; φ — коэффициент редукиции максимального дождевого стока в зависимости от размеров водосборной площади [6, 7]; K_{J} — коэффициент учета влияния крутизны водосборного бассейна [6, 7]; $K_{\text{ф}}$ — коэффициент, учитывающий формулу водосборного бассейна [6, 7]; $\gamma_{\text{исп}}$ — коэффициент испарения.

Этот подход позволяет учесть недостатки, что помогает более точно определить расход,



10 до 60° в зависимости от уровня воды по отношению к дамбе. Крепление оболочки в нижней части осуществляется в 2...5 местах с каждым щитом и с расстоянием между щитами, равным 1...5 длин щита L . Высота щита должна быть не менее 1...3 высоты h замкнутой оболочки полуэллипсоидального типа, наполненной водой.

Таким образом, по данным проведенного комплексного анализа превентивных мероприятий по защите территории от подтоплений и возможного затопления можно сделать вывод о реальности их использования и эффективности защиты территории в чрезвычайных ситуациях.

Быстровозводимая дамба:

1 — замкнутая оболочка полуэллипсоидального типа; 2, 3, 4 — воздушные замкнутые оболочки; 5 — щит; 6 — зажим; 7 — водоем

превышающий расчетный расход по известной методике [3] примерно в 3 раза.

Указанные обстоятельства приводят к необходимости создания системы канализования поверхностного стока с повышенной мощностью.

В случае выпадения особо сильных осадков, в частности превышающих месячную норму в 2 раза и более, необходимы особые мероприятия по защите территории от подтопления: если позволяет возможность застройки, то рекомендуется осуществление строительства поверхностных водоотводов, а в случае отсутствия такой возможности — создание быстровозводимых дамб. В качестве примера можно привести конструкцию быстровозводимой многоярусной дамбы (см. рисунок).

Быстровозводимая дамба устанавливается вблизи водоема 7 и содержит замкнутую оболочку полуэллипсоидального типа 1, наполненную водой. С целью повышения эффективности задержания водного потока на верхней части замкнутой оболочки симбатно располагается от 1 до 3 воздушных замкнутых оболочек 2, 3, 4, причем образованная многослойная оболочка крепится зажимами 6 в нижней части с щитами 5, вбитыми в почвогрунт. Углы раскрытия $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ воздушных оболочек составляют от

Список литературы

1. Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Балина А. А. Анализ риска подтопления и затопления селитебных территорий в случаях выпадения сильных ливней. Часть I // Безопасность жизнедеятельности. — 2013. — № S6 — Приложение. — С. 1—24.
2. Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Балина А. А. Анализ риска подтопления и затопления селитебных территорий в случаях выпадения сильных ливней. Часть II // Безопасность жизнедеятельности. — 2013. — № S7. — Приложение. — С. 1—24.
3. Чуносков Д. В. Обоснование мероприятий по защите от подтопления урбанизированных территорий на основе теории риска: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.07 / [Место защиты: ОАО "НИИ ВОДГЕО"]. Москва, 2008.
4. Сенищенкова И. М. Теория формирования и методы развития урболандшафтов на овражно-балочном рельефе (для строительства): Автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 25.00.36 / [Место защиты: ФГБОУ ВПО "МГСУ"]. Москва, 2011.
5. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. — М.: ФГУП "НИИ ВОДГЕО", 2006. — 56 с.
6. Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Воропаева А. А., Виноградов М. С., Сеник Е. В. Сравнение методов расчета поверхностного стока селитебных территорий // Безопасность жизнедеятельности. — 2015. — № 2. — С. 49—57.
7. Опыт обоснования расчетных максимумов дождевого стока для строительства внегородских автомобильных дорог. — М.: ТРАНСПОРТ, 1979. — 82 с.

B. S. Ksenofontov, Professor, e-mail: borisflot@mail.ru, **R. A. Taranov**, Senior Lecturer, **A. S. Kozodaev**, Associate Professor, **A. A. Voropaeva**, Engineer, **M. S. Vinogradov**, Postgraduate, **E. V. Senik**, Postgraduate, Bauman Moscow State Technical University

Problems of Flooding on Residential Areas: Possible Solutions

The paper discusses various aspects of the possible influence of various factors on the process of flooding of residential areas with the assessment of possible risks. The analysis identified the most significant factors influencing the process of flooding, including the intensity of rainfall, topography territory, soil structure, the construction of buildings, as well as the drainage system of surface runoff. In a new way is proposed to estimate the risk of flooding of the territory, as well as a list of preventive measures that reduce the risk ratio of flooding these areas. It is proposed to estimate the hazard ratio for the largest intensity of precipitation, the most dangerous value corresponds to the monthly rainfall.

Vulnerability factor is evaluated using four factors, collectively characterize residential areas in terms of possible flooding. Calculated the risk ratio in this case depends on the intensity of rainfall and the characteristics of the territory in question. This approach allows to consider complex measures in terms of exceptions in case of flooding of the territory of the precipitation with varying intensity.

Keywords: risk, residential area, flooding, rainfall, risk assessment, the dam, precipitation intensity, drainage system, soil structure, vulnerability factor, hazard factor

Reference

1. **Ksenofontov B. S., Taranov R. A., Kozodaev A. S., Balina A. A.** Analiz riska podtopleniya i zatopleniya selitebnykh territoriy v sluchayakh vypadeniya sil'nykh livney. Chast' I. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2013. N. S6. P. 1–24.
2. **Ksenofontov B. S., Taranov R. A., Kozodaev A. S., Balina A. A.** Analiz riska podtopleniya i zatopleniya selitebnykh territoriy v sluchayakh vypadeniya sil'nykh livney. Chast' II. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2013. N. S7. P. 1–24.
3. **Chunosov D. V.** Obosnovanie meropriyatiy po zashchite ot podtopleniya urbanizirovannykh territoriy na osnove teorii riska: Avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.23.07 [Mesto zashchity: OAO "NII VODGEO"]. Moskva, 2008.
4. **Senyushchenkova I. M.** Teoriya formirovaniya i metody razvitiya urbolandshaftov na ovrazhno-balochnom rel'efe (dlya stroitel'stva): Avtoreferat dis. ... d-ra tekhn. nauk: 25.00.36 [Mesto zashchity: FGBOU VPO "MGSU"]. Moskva, 2011.
5. **Rekomendatsii** po raschetu sistem sbora, otvedeniya i ochistki poverkhnostnogo stoka s selitebnykh territoriy, ploshchadok predpriyatiy i opredeleniyu usloviy vypuska ego v vodnye ob'ekty. M.: FGUP "NII VODGEO", 2006. 56 p.
6. **Ksenofontov B. S., Taranov R. A., Kozodaev A. S., Voropaeva A. A., Vinogradov M. S., Senik E. V.** Sravnenie metodov rascheta poverkhnostnogo stoka selitebnykh territoriy. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2015. N. 2. P. 49–57.
7. **Opyt** obosnovaniya raschetnykh maksimumov dozhdevoogo stoka dlya stroitel'stva vnegorodskikh avtomobil'nykh dorog. M.: TRANSPORT, 1979. 82 p.

Информация

Выставка "Комплексная безопасность – 2015" 7–9 октября

г. Уфа, Республика Башкортостан,
Выставочный комплекс "ВДНХ-ЭКСПО"

В рамках выставки состоятся

- Конференция "Новые системы и средства обеспечения безопасности".
- Конференция "Пожарная безопасность и организация спасения: новые материалы и оборудование".
- Конференция "Транспортная безопасность и технологии".

Контакты:

Тел. (347) 253-77-11, 253-79-57, 253-75-00, 253-77-00
e-mail: ligas@ufanet.ru; www.ligas-ufa.ru



В. В. Буренин, канд. техн. наук, проф., Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), **Е. С. Иванина**, канд. техн. наук, доц., e-mail: ivanina.es@inbox.ru, Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)

Очистка отходящих дымовых газов тепловых электростанций, работающих на угле

Рассматриваются новые конструкции пылегазовых фильтров для очистки отходящих дымовых газов (пылегазовоздушных выбросов) тепловых электростанций, работающих на угле, отличающиеся улучшенными характеристиками и предложенные в патентах и научно-технической литературе промышленно развитых стран мира. Показаны основные тенденции развития пылегазовых фильтров для очистки отходящих дымовых газов теплоэнергетических установок.

Ключевые слова: пылегазовый фильтр, конструкция, очистка, пылегазовоздушные выбросы, теплоэнергетические установки, охрана окружающей среды, тепловая электростанция, дымовые газы, уголь

Одним из основных ресурсов, который активно добывается и используется в Российской Федерации, является уголь. Доля России в мировых запасах угля составляет около 11 % [1]. В соотношении между энергетическими органическими топливами, используемыми тепловыми электростанциями и другими теплоэнергетическими предприятиями России, уголь составляет порядка 30 % [2]. Развитие энергетики России по пути роста использования угольных тепловых электростанций (ТЭС) предполагает более жесткие требования по обеспечению экологической безопасности окружающей среды. Основными вредными веществами, содержащимися в пылегазовоздушных выбросах (отходящих дымовых газах) при сжигании угля, являются оксиды серы, оксиды азота, диоксид углерода, а также твердые частицы загрязнений. Недостаточно очищенные и обезвреженные пылегазовоздушные выбросы угольных тепловых электростанций, поступая в атмосферу, оказывают вредное воздействие на организм человека, на животных и растительность, наносят ущерб хозяйственной деятельности, вызывают глубокие изменения в биосфере. Поэтому проблема защиты атмосферного воздуха от вредных загрязнений является одной из важнейших проблем современности.

Наиболее эффективным способом защиты воздушного бассейна от загрязнения вредными примесями, содержащимися в пылегазовоздушных выбросах угольных тепловых электростанций, является внедрение в производство безотходных технологий. Однако по техническим и экономическим причинам безотходная технология, создание беструбных и бессточных теплоэнергетических предприятий, полная утилизация отходов

производства станут основой нашей производственной деятельности только в будущем. Поэтому в настоящее время в условиях увеличения доли угля в топливном балансе ТЭС и роста выработки электроэнергии очень актуальна очистка и обезвреживание пылегазовоздушных выбросов угольных тепловых электростанций от вредных веществ с помощью фильтров-пылегазоуловителей [3].

Для улавливания твердых частиц загрязнений (сажи, несгоревшего топлива и др.) из отходящих дымовых газов ТЭС применяют фильтры-пылеуловители, которые по принципу действия делятся на силовые и механические.

Для очистки дымовых газов от вредных газов, паров и токсичных веществ используют адсорбционный, абсорбционный, химический, биохимический, термический и другие способы очистки и обезвреживания.

В последние годы заметно повысился интерес российских и зарубежных фирм по производству техники для очистки и обезвреживания производственных пылегазовоздушных выбросов к созданию новых фильтров-пылегазоуловителей с высокими технико-экономическими показателями.

Работа фильтров-пылеуловителей силового типа (силовых фильтров-пылеуловителей) основана на действии различных сил на частицу пыли при ее извлечении из потока производственных пылегазовоздушных выбросов. Такими силами являются сила тяжести, центробежная и инерционная силы, электрическая сила и т. д. В зависимости от этого созданы различные конструкции силовых фильтров-пылеуловителей (осадительные камеры, центробежные и вихревые циклоны, электрические фильтры и т. д.).

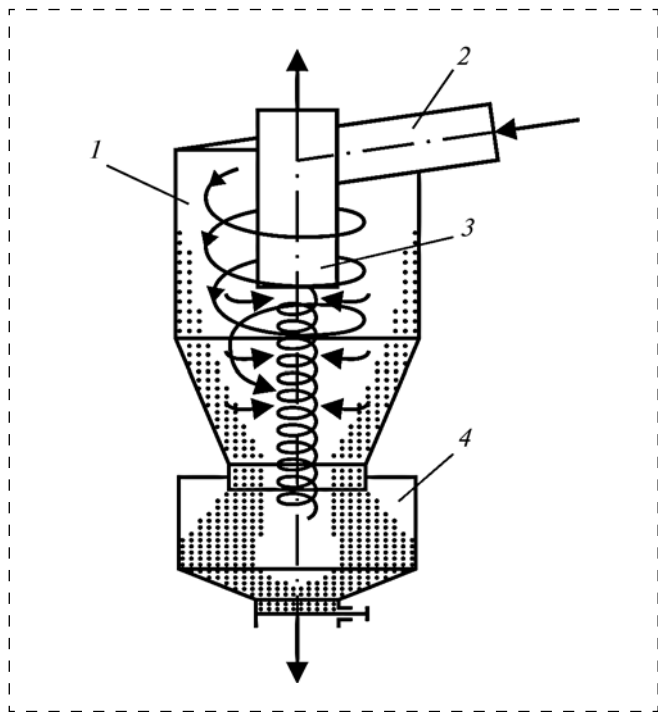


Рис. 1. Силовой фильтр-циклон сухого типа для очистки пылегазовоздушных выбросов от частиц пыли

Широкое применение для улавливания золы, образующейся при сжигании топлива в котлах тепловых электростанций, получили силовые фильтры-циклоны (циклоны) сухого и мокрого типов, принцип действия которых основан на извлечении твердых частиц загрязнений из потока пылегазовоздушных выбросов под действием центробежных сил, возникающих при движении потока по кривой. Поток пылегазовоздушных выбросов вводится в фильтр-циклон сухого типа (рис. 1) для очистки от частиц пыли через патрубок 2 по касательной к внутренней поверхности корпуса 1 и совершает вращательно-поступательное движение вдоль корпуса к бункеру 4 для пыли. Под действием центробежной силы частицы пыли образуют на стенке корпуса 1 фильтра циклона пылевой слой, который вместе с частью пылегазовоздушных выбросов попадает в бункер 4. Отделение частиц пыли от пылегазовоздушных выбросов, попавших в бункер 4, происходит при повороте потока пылегазовоздушных выбросов в бункере 4 на 180° . Освободившись от частиц пыли, поток пылегазовоздушных выбросов образует вихрь и выходит из бункера 4, давая начало вихрю очищенных пылегазовоздушных выбросов, покидающему корпус 1 через выходную трубу 3. Для нормальной работы фильтра-циклона необходима герметичность бункера 4. Если бункер 4 негерметичен, то из-за подсоса наружного воздуха происходит вынос частиц пыли с потоком

очищенных пылегазовоздушных выбросов через выходную трубу 3.

Повышенной эффективностью очистки пылегазовоздушных выбросов от твердых частиц загрязнений, особенно тонкодисперсных частиц, отличается силовой вихревой фильтр-пылеуловитель сухого типа (рис. 2), обеспечивающий значительную величину центробежной силы, действующей на частицы загрязнений (частицы пыли) [4]. Очищаемые пылегазовоздушные выбросы поступают в корпус 4 фильтра-пылеуловителя двумя потоками. В нижнюю часть корпуса 4 пылегазовоздушные выбросы на очистку передаются через тангенциальный патрубок 15 и конический завихритель 8, снабженный полым усеченным конусом 6 и кольцевой отбойной шайбой 7. Усеченный конус 6 выполнен с соотношением диаметров его оснований равным $1:(1,4...1,5)$. На начальном участке завихрителя 8 радиус закрутки максимальный, а угловая скорость минимальна, что обеспечивает уменьшение потерь давления. По мере движения вверх угловая скорость потока очищаемых пылегазовоздушных выбросов растет и в выходном отверстии завихрителя 8 она

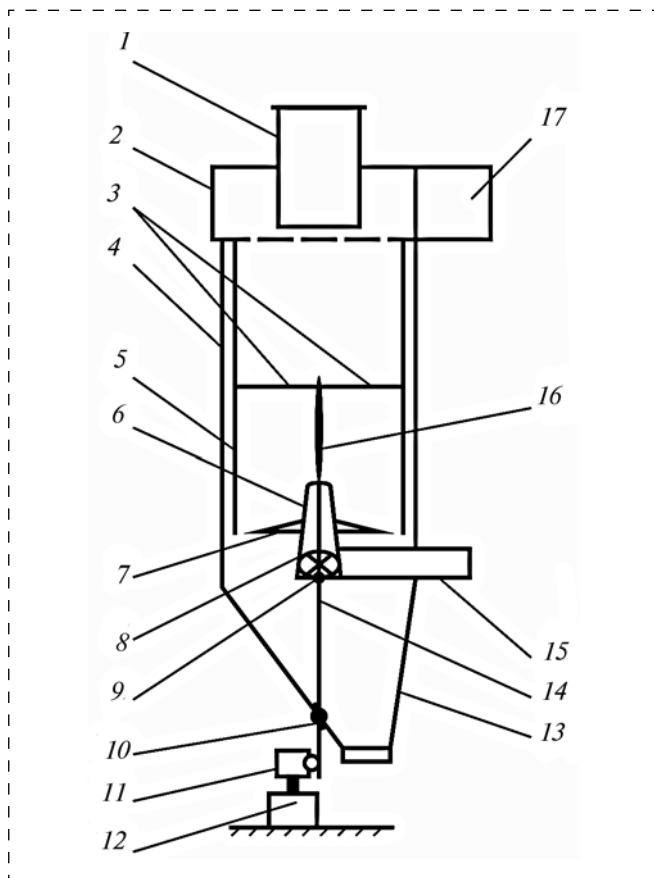


Рис. 2. Силовой вихревой фильтр-пылеуловитель сухого типа с пылевым бункером

максимальна. Соотношение диаметров полого усеченного конуса *b* обеспечивает практически полное исчезновение вихревого ядра и равномерное распределение скорости потока пылегазовоздушных выбросов по сечению.

Обтекатель *16* с плавными криволинейными образующими предотвращает попадание пылевых частиц из пылегазовоздушного потока в осевую зону фильтра-пылеуловителя, а за счет своего вращения поток действует на частицы пыли с помощью центробежных сил, отбрасывающих их к стенкам корпуса *4*.

Сформированный поток пылегазовоздушных выбросов движется к выходному патрубку *1*, а частицы пыли под действием центробежных сил отбрасываются к стенкам корпуса *4*.

Закрученный поток пылегазовоздушных выбросов движется вверх в осевом направлении, а навстречу ему подается по патрубку *17* и улиточному завихрителю *2* вторичный поток очищаемых пылегазовоздушных выбросов, причем оба потока вращаются в одном направлении. При взаимодействии этих газовых потоков усиливаются центробежные силы, действующие на частицы пыли, которые эффективно отбрасываются к стенке перфорированной цилиндрической вставки *5*, откуда через имеющиеся в ней отверстия направляются к стенке корпуса *4* и далее в нижнюю часть корпуса *4* под отбойную шайбу *7*. Выделившаяся пыль поступает в пылесборник (пылевой бункер) *13*, а очищенный газ выводится через патрубок *1*.

Проницаемая цилиндрическая вставка *5* установлена на оси корпуса *4* с зазором относительно его внутренней стенки, равным $0,13D$, где D — внутренний диаметр корпуса *4*. Вращение вставки *5* обеспечивает электродвигатель *12*, соединенный посредством шестеренной передачи *11* с вертикальным валом *14*, на котором установлен обтекатель *16* и который жестко скреплен металлическими спицами *3* с цилиндрической вставкой *5*. Герметичность подвижных соединений вращающегося вала *14* обеспечивается за счет уплотнений *9* и *10*, которые не позволяют наружному воздуху проходить в корпус *4* фильтра-пылеуловителя.

Выделившаяся пыль (частицы загрязнений) через пространство между кольцевой отбойной шайбой *7* и цилиндрическим корпусом *4* поступает в пылевой бункер *13*, а очищенный газовый поток выводится через патрубок *1*.

Для очистки крупнотоннажных промышленных пылегазовоздушных выбросов от твердых и пластичных частиц загрязнений и вредных газовых примесей применяются силовые вихревые пылегазоочистительные аппараты мокрой очистки (силовые вихревые фильтры-пылегазоуловители

мокрой очистки), имеющие малые габаритные размеры и сравнительно простое конструктивное исполнение.

Высокой пропускной способностью, малыми габаритными размерами, низким гидравлическим сопротивлением и высокой эффективностью очистки пылегазовоздушных выбросов отличается силовой вихревой пылегазоочистительный аппарат мокрой очистки с разбрызгивающими жидкостью форсунками (рис. 3) [5]. Поток пылегазовоздушных выбросов поступает на очистку в вихревой аппарат через патрубок *1*. Затем, проходя через завихритель *3*, пылегазовоздушный поток начинает вращаться вокруг центральной оси. Поток жидкости-абсорбента поступает в корпус *5* аппарата через входной патрубок *2*, ороситель *9*, центральную трубу *4*, разбрызгивающие форсунки *8*, которые располагаются на определенном расстоянии друг от друга по высоте трубы *4*. Образовавшиеся капли жидкости двигаются практически перпендикулярно потоку очищаемых пылегазовоздушных выбросов. Под действием центробежной силы капли отработанной жидкости осаждаются на стенке корпуса *5* аппарата

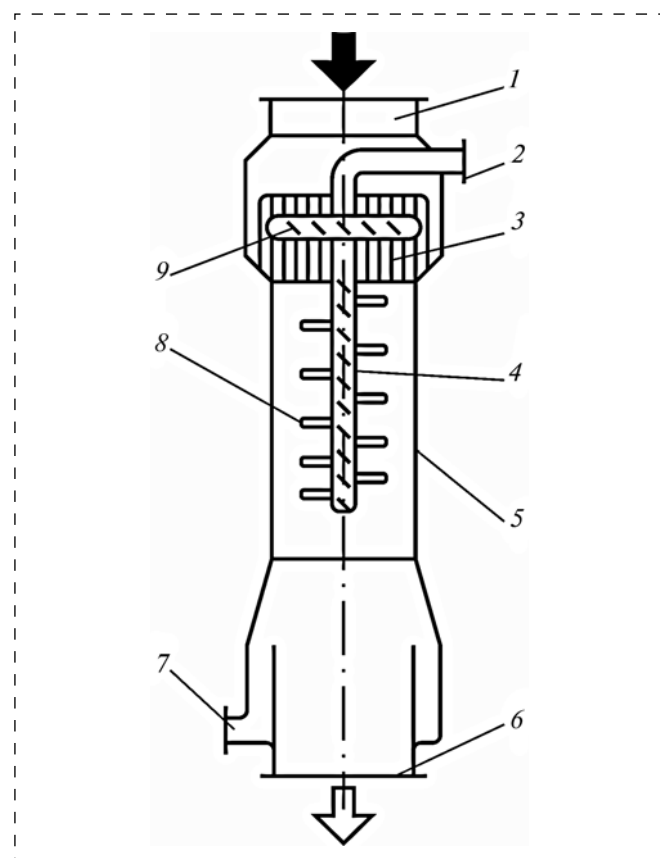


Рис. 3. Силовой вихревой пылегазоочистительный аппарат мокрой очистки с разбрызгивающими жидкость-абсорбент форсунками

в виде пленки, стекают вниз и удаляются через выходной патрубок 7. Поток пылегазовоздушных выбросов, пройдя через слой капель жидкости, очищается от частиц загрязнений и вредных газовых примесей и выходит через выпускной патрубок 6. Достоинством разбрызгивающих форсунок 8 являются минимальные затраты энергии на создание развитой поверхности контакта газовой и жидкостной фаз по всему объему рабочей камеры в корпусе 5 аппарата.

Силовые электрические фильтры (электрофильтры) используются в тех случаях, когда требуется достичь высокой степени очистки. Электрофильтры обеспечивают выделение из потоков дымовых газов мельчайших частиц пыли и тумана, которое происходит вследствие ударной ионизации газа в зоне коронирующего разряда. При этом осуществляется передача заряда ионов частицам загрязнений и осаждение этих частиц на осадительных и коронирующих электродах.

Для обеспечения современных нормативных требований на выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, содержащихся в отходящих дымовых газах угольных тепловых электростанций, разработаны электрические фильтры типа ЭГСЭ [6], имеющие существенные преимущества перед ранее выпускавшимися электрофильтрами:

- электродные системы фильтров размером от 7 до 18 м предельно снижают требуемую площадь размещения электрофильтров типа ЭГСЭ, при этом в любых условиях гарантируется одноярусная компоновка электрофильтров;

- коронирующие электроды с распределенными центрами обратного коронирования обеспечивают снижение обратного коронирования при улавливании высокоомных зол и предотвращают запыление коронного разряда при высоких запыленностях очищаемых дымовых газов;

- верхнее расположение систем отряхивания коронирующих электродов сокращает габаритные размеры фильтров типа ЭГСЭ;

- новые приводы механизмов отряхивания с регулируемым числом оборотов, изменяющие период оборота вала отряхивания, уменьшают вторичный унос и предотвращают залповый выброс золы из бункеров электрофильтра;

- новые микропроцессорные системы автоматического управления агрегатами питания электрофильтра непрерывно оптимизируют режим электропитания и предотвращают образование обратного коронирования, а также сокращают расход электроэнергии;

- усовершенствованная система газораспределения на входе и внутри электрофильтра снижает аэродинамические потери потока очищаемых дымовых газов.

При проведении различных технологических процессов образуются аэрозоли — дисперсные системы, состоящие из газовой среды, в которой взвешены твердые или жидкие частицы. Наиболее часто образуются аэрозоли, дисперсная фаза которых содержит частицы, возникающие в результате измельчения и конденсации паров (пылегазовоздушные выбросы тепловых электростанций, котельных и др.)

В зависимости от размеров частиц различают следующие виды аэрозолей: пыль (частицы дисперсной фазы размером более 10 мкм); облака (частицы размером 10...0,1 мкм); дымы (частицы размером 0,1...0,001 мкм). Следует отметить среди аэрозолей те, в которых варьируются частицы размером в несколько десятых и даже сотых долей микрометра. Именно в силу своего размера они практически не задерживаются большинством механических фильтров.

Большие трудности возникают при очистке пылегазовоздушных выбросов от капельных аэрозолей. Чтобы обеспечить улавливание жидких (капельных) аэрозолей конденсационного происхождения, необходимо предварительно их укрупнить. Процесс коагуляции жидких аэрозолей может происходить под действием акустических, гидродинамических, электрических и других сил.

Для эффективного осаждения частиц капельного аэрозоля при очистке производственных выбросов газов предназначен коаксиальный фильтр-сепаратор [7] (рис. 4), состоящий из сварного корпуса 1, осадительного элемента 2 с внутренним стержнем 3, стабилизирующего устройства 4, конфузора 5 для подвода очищаемого аэрозоля, "гребенки" 6, опорной крестовины 7, приваренной к фланцу диффузора 8, стабилизирующей сетки 9, патрубка отвода очищенного газа 10 и бункера 11 сбора и удаления коагулянта. С целью придания устойчивости осадительному элементу 2 его торцы фиксируются "гребенками" 6 из полосовой стали, к которым привариваются наружная и внутренняя стенки осадительных элементов 2.

Для стабилизации турбулентного поля скоростей на входе аэрозоля в сепаратор установлено стабилизирующее устройство 4 (хонейкомб), а после осадительного элемента 2 — стабилизирующая сетка 9 с живым сечением 80 %.

С целью защиты от уноса загрязнений предусмотрено снижение скорости газа за счет расширения каналов транспорта на выходе из осадительного элемента 2 и из бункера 11 сбора и удаления коагулянта. Угол раскрытия 2α конфузора 5 и диффузора 8 равен 15° и выбран исходя из условий минимального гидравлического сопротивления. Снижение гидравлического сопротивления позволяет увеличить эффективность сепарации за счет

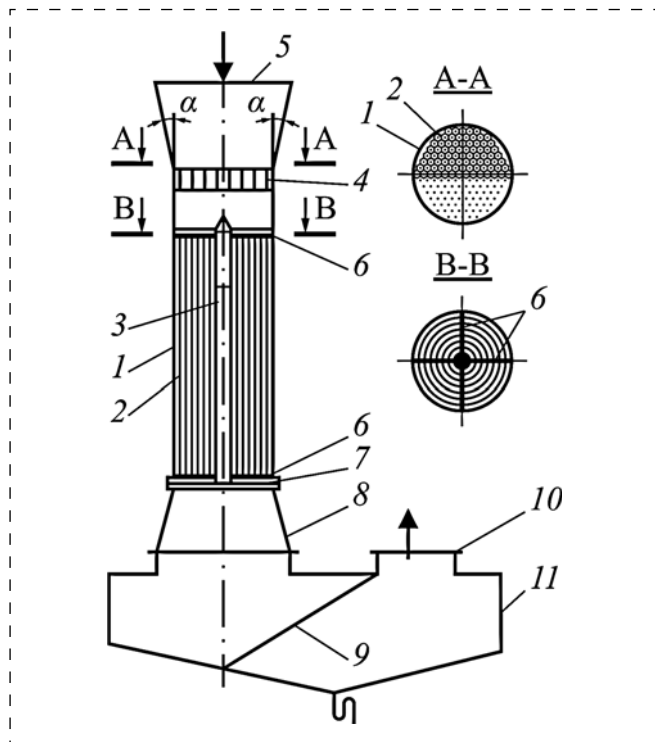


Рис. 4. Коаксиальный фильтр-сепаратор для осаждения частиц капельного аэрозоля при очистке производственных выбросов газов

повышения скорости течения газа. По этим же соображениям внутренний цилиндр корпуса 1 на входе аэрозоля должен иметь диаметр не менее 200 мм.

Коаксиальный фильтр-сепаратор отличается простотой конструкции и удобством эксплуатации при очистке производственных выбросов от частиц капельного аэрозоля.

Для повышения эффективности комплексной очистки пылегазовоздушных выбросов теплоэнергетических предприятий от золы (пыли), оксидов серы и оксидов азота разработана пылегазоочистительная установка [8], внутри корпуса которой размещена камера, образующая с корпусом, лопаточным завихрителем и отражателем кольцевой канал, внутри которого имеются тангенциально установленные напорные сопла для абсорбционной жидкости орошения. Под действием давления жидкости орошения очищаемый пылегазовоздушный поток в кольцевом канале преобразуется в поток газожидкостной смеси. Кроме того, в кольцевой канал загружается заданное количество гранулированного катализатора жидкофазного окисления, причем объем зернистого каталитического слоя составляет 0,4...0,6 геометрического объема кольцевого канала.

ЗАО "Гринсол" (Россия) разработан новый абсорбент, позволяющий удалить из отходящих

дымовых газов тепловых электростанций диоксид углерода до концентрации 0,08 % об. при давлениях, близких к атмосферному [9]. Абсорбент отличается высокими эксплуатационными характеристиками, стойкостью к окислительной деструкции, низкой летучестью. Технология применения абсорбента основана на методе аминной очистки — абсорбирующий раствор представляет собой водный раствор солей аминокислот. В технологии применены современные разработки по регенерации раствора и усовершенствованию массообмена в абсорбере.

Наличие в сжигаемом угле добавок серы приводит к появлению оксидов серы, поступающих в атмосферу и после реакции с парами воды в облаках создающих серную кислоту, которая с осадками падает на землю. Так возникают кислотные осадки с серной кислотой.

Способ абсорбционной очистки отходящих дымовых газов предприятий теплоэнергетического комплекса, работающих на серосодержащем углеводородном топливе, позволяет уменьшить удельные энергетические затраты при очистке отходящих газов от диоксида серы путем увеличения поглотительной способности абсорбента, а также применения повышенного давления при отгонке диоксида серы [10].

Очистка отходящих газов от диоксида серы осуществляется путем его абсорбции N-алкилпирролидоном с добавлением воды с последующей отгонкой диоксида серы в регенераторе абсорбента. Процесс абсорбции N-метил- или N-этилпирролидоном с содержанием воды от 0 до 15 % мас. проводят в интервале температур от -20 до $+18$ °С с добавкой 2-пирролидона от 0 до 30 % мас. с последующей отгонкой диоксида серы под давлением 1,2...1,5 ата при температуре 110...140 °С. В верхней части регенератора абсорбента устанавливается зона ректификации смеси абсорбента и воды, а в верхней части абсорбера — зона улавливания паров абсорбента частью отгоняемой из регенератора воды.

Для эффективной очистки пылегазовоздушных выбросов от взвешенных частиц золы, оксида серы, оксидов азота и фторводорода ЗАО "СПЕЙС МОТОР" (Россия, г. Санкт-Петербург) разработало и выпускает фильтрующие установки, включающие рукавные фильтры и аппараты полусухой карбомидной каталитической очистки [11]. Применение в аппаратах меднооксидных катализаторов позволяет проводить процесс очистки и обезвреживания выбросов (дымовых газов) при температуре от 200 до 230 °С. Фильтрующие установки отличаются экономичностью в отношении воды и энерго-ресурсов.

Во время сжигания вещества, такого как уголь или жидкое углеводородное топливо, например с целью производства энергии, выделяемые в результате горения дымовые газы (пылегазовоздушные производственные выбросы) содержат значительное количество оксидов азота. Оксиды азота возникают в топках тепловых электростанций при высоких температурах (при обычных температурах азот не взаимодействует с кислородом атмосферы). Далее эти оксиды поступают в атмосферу, вступают в реакцию с парами воды в облаках и создают азотную кислоту, которая вместе с осадками попадает на землю. Так возникают кислотные осадки с азотной кислотой. Поэтому перед выпуском отходящих дымовых газов, содержащих оксиды азота, в атмосферу их необходимо подвергнуть соответствующей очистке и обезвреживанию.

Способ очистки отходящих дымовых газов теплоэнергетических предприятий от оксидов азота [12] заключается в том, чтобы добиться реакции оксидов азота с соответствующим реагентом на катализаторе, поддерживаемом при относительно высокой температуре. На рис. 5 показана установка для очистки горячих отходящих дымовых газов от оксидов азота.

В горячие дымовые газы 2 с температурой от 200 до 270 °С, поступающие в кожух 3, через распылительные насадки 5 вводится раствор мочевины, поступающий по трубопроводу 4. При контакте с горячими дымовыми газами раствор мочевины, распыленный до состояния мелких капель, быстро испаряется. Статистический смеситель 6 обеспечивает однородность газового потока, состоящего из дымовых газов и мочевины. В зоне А, находящейся между распылительными насадками 5 и слоем катализатора 1, происходит разложение мочевины на изоциановую кислоту и аммиак. Время пребывания однородного парогазового потока, состоящего

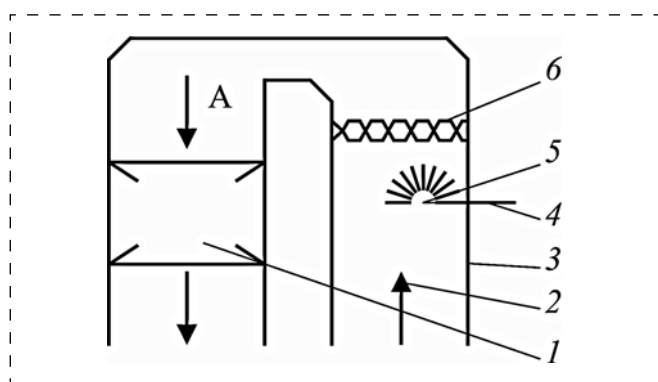


Рис. 5. Установка для очистки горячих отходящих дымовых газов от оксидов азота

из дымовых газов и мочевины, между точкой введения мочевины и точкой установления контакта этого потока с катализатором и температурой потока между этими двумя точками регулируют так, чтобы реакция разложения мочевины на аммиак и изоциановую кислоту была неполной. Неполностью разложившаяся изоциановая кислота реагирует в присутствии катализатора с оксидами азота для их восстановления до состояния азота. Этот способ очистки отходящих дымовых газов от оксидов азота позволяет значительно снизить утечки аммиака с очищенными дымовыми газами.

Для качественной комплексной очистки отходящих дымовых газов от оксидов азота, угарного газа, частично от диоксида углерода, органических примесей и твердых частиц загрязнений: сажи, извести, активированного угля и пр. предназначен фильтр-пылегазоуловитель [13], включающий коробчатый корпус с входным и выходным патрубками. Коробчатый корпус разделен вертикальной перегородкой на три секции. В первой секции фильтра по ходу движения очищаемых дымовых газов установлены сменные очищающие кассеты, заполненные гранулами (частицами) дробленой гашеной извести (первая ступень очистки), во второй секции установлены кассеты, заполненные частицами активированного угля (вторая ступень очистки), в третьей секции установлены металлические сетки, покрытые слоем парафина (третья ступень очистки). Секции соединены между собой газовыми каналами. Этот фильтр-пылегазоуловитель отличается простотой конструкции, удобством эксплуатации и экологической эффективностью процесса очистки дымовых газов.

Сжигание углеродсодержащих топлив приводит к появлению двуоксида углерода CO_2 , которая выбрасывается в атмосферу и способствует созданию парникового эффекта. Для защиты озонового слоя и снижения парникового эффекта окружающей атмосферы разработана установка для комплексной очистки и утилизации отходящих дымовых газов теплоэнергетических установок с получением метана [14] (рис. 6). Дымовые газы от теплоэнергетической установки по трубопроводу 1 поступают в теплообменник 2, где охлаждаются до температуры 60...70 °С с образованием конденсата, и далее в поглотительную башню 3, в которой дымовые газы двигаются вверх, контактируют в противотоке с сырым осадком городских сточных вод, поступающим по трубопроводу 14. В результате многократного контакта дымовых газов и частиц сырого осадка газы охлаждаются и освобождаются от оксидов азота, оксидов серы, диоксида углерода, капель

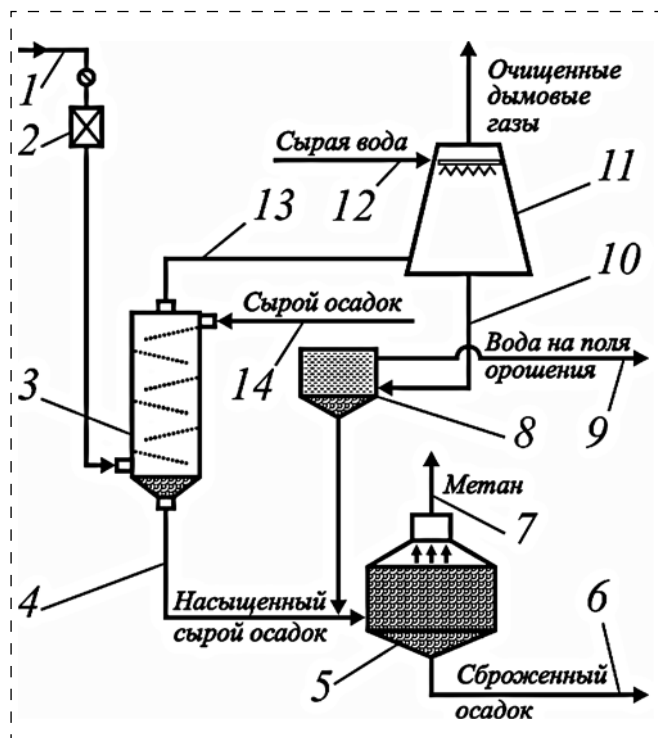


Рис. 6. Установка для комплексной очистки и утилизации отходящих дымовых газов с получением метана

конденсата и паров воды и по трубопроводу 13 поступают в промывочную башню 11, а сырой осадок, насыщенный загрязнениями, нагревается до оптимальной температуры брожения 30...50 °С за счет теплоты дымовых газов и выводится по трубопроводу 4 в метантенк 5.

В промывочной башне 11 дымовые газы в противотоке контактируют с сырой водой, поступающей по трубопроводу 12, очищаясь при этом от частиц сырого осадка и других примесей, и выводятся в атмосферу, а грязевая смесь по трубопроводу 10 стекает в отстойник 8. В отстойнике грязевая смесь в результате отстаивания делится на насыщенный сырой осадок, оседающий на дно, и грязную воду, которая по трубопроводу 9 подается на поля орошения, а осадок из нижней зоны поступает в трубопровод 4, где смешивается с насыщенным сырым осадком из поглотительной башни 3, откуда полученная смесь подается в метантенк 5.

В метантенке 5 происходит обезвреживание насыщенного сырого осадка путем анаэробного сбраживания, которое является основным методом обезвреживания городских сточных вод. При этом в результате распада органических веществ осадка и взаимодействия продуктов распада с диоксидом углерода в качестве основного продукта получается метан, который по газоходу 7

направляется потребителю. Сброженный осадок из метантенка 5 отводится по трубопроводу 6. Способ очистки и утилизации дымовых газов теплоэнергетических установок имеет результатом повышение экологической и экономической эффективности.

Разработано устройство регулирования процесса горения в топке теплоэнергетической установки [15], позволяющее контролировать и поддерживать коэффициент избытка окислителя (воздуха) на таком уровне, что концентрации углеводородного горючего и окислителя находятся в соотношении, обеспечивающим полное сгорание топлива при минимальной концентрации окислителя. Вследствие этого минимизируются концентрации вредных продуктов неполного сгорания топлива, таких как, например, угарного газа и т. п., что повышает экологичность процесса сжигания топлива. Также уменьшается расход электроэнергии на подачу окислителя и снижаются потери теплоты, полученной от сгорания топлива ввиду отсутствия в необходимости нагрева избыточно подаваемого окислителя в топку, который, не участвуя в процессе горения, выбрасывается в атмосферу вместе с пылегазовоздушными выбросами.

В работе ТЭС, ТЭЦ, котельных и автономных индивидуальных теплогенераторов часто используют бурый уголь, концентрация ртути в котором в среднем составляет 0,1 г/т, хотя в некоторых районах добычи она может быть в разы больше. При сжигании бурого угля ежегодно в России высвобождается порядка нескольких десятков тонн ртути, которая, различными способами проникая в ткани живых организмов, приводит к тяжелым болезням и повышенной смертности населения, проживающего вблизи мест добычи и сжигания угля [16]. До 90 % ртути улетучивается при озонлении, поскольку она имеет низкую температуру кипения и при сжигании угля находится в газообразном состоянии.

Для очистки пылегазовоздушных выбросов тепловых угольных электростанций (отходящих дымовых газов) в настоящее время используются скрубберы, наполненные окисью или карбонатом кальция, который связывает оксиды серы и ртути в гипс. Таким образом можно удалить часть ртути, которая находится в окисной форме, но не свободную ртуть. Наиболее простым способом борьбы со свободной ртутью является ее окисление, перевод в нелетучее состояние и дальнейшая переработка на специализированных предприятиях.

В отличие от большинства других тяжелых металлов ртуть может находиться в отходящих дымовых газах при сжигании бурого угля в газообразной фазе, а не в виде соединений, что существенно усложняет ее удаление обычными методами.

Наиболее перспективным химическим методом очистки на сегодняшний день является сорбция ртути на угле. Метод обладает множеством преимуществ, но очень сильно зависит от состава и качества угля, поскольку наличие примесей в нем влияет на процесс сорбции ртути в отходящих газах.

Поэтому была разработана плазмо-фотокаталитическая технология удаления примеси ртути из отходящих дымовых газов угольных ТЭС [16]. Плазмо-каталитическое окисление паров ртути осуществляется путем облучения их ультрафиолетовым излучением при помощи ртутных ламп и одновременного ввода в зону реакции активных частиц, генерируемых плазмой импульсного барьерного разряда. Затем производится фильтрация частиц оксида ртути в электрофильтре с охлаждаемыми стенками при помощи их укрупнения за счет процесса конденсации водяного пара на частицах оксида ртути, стимулированного их зарядкой в плазме отрицательного коронного разряда.

Экономическая значимость плазмо-каталитической технологии удаления примеси ртути из отходящих дымовых газов угольных ТЭС заключается в возможности расширения использования угля как дешевого и распространенного вида энергоресурсов и предотвращения вредных для здоровья населения последствий влияния выбросов ртути на уже существующих угольных ТЭС.

Одной из важнейших проблем современного этапа развития производства является увеличение выработки электроэнергии тепловыми электростанциями и создание надежных заслонов, исключающих проникновение вредных веществ из пылегазовоздушных выбросов (отходящих дымовых газов) в окружающую среду. Поэтому весьма актуален поиск наиболее эффективных способов и устройств для очистки пылегазовоздушных выбросов теплоэнергетических предприятий от вредных примесей.

Разрабатываемые способы и устройства для очистки и обезвреживания пылегазовоздушных выбросов, образующихся в результате сжигания угля и других углеводородных топлив, от вредных примесей должны учитывать возможность работы в широком диапазоне рабочих условий при изменении скоростей пылегазовоздушных потоков и концентрации вредных и токсичных примесей.

Список литературы

1. **Ксенофонтов Б. С., Козодаев А. С., Таранов Р. А., Виноградов М. С., Балина А. А., Петрова Е. В.** Флотационная обработка угольной золы ТЭС в процессах бактериального выщелачивания из нее редкоземельных металлов // *Экология и промышленность России*. — 2013. — Август. — С. 4—6.
2. **Богачева Т. М., Ярмуш З. Г.** Перспективы повышения экологичности угольных ТЭС // *Экология и промышленность России*. — 2013. — Август. — С. 57—58.
3. **Буренин В. В.** Новые фильтры-пылегазоуловители для очистки и обезвреживания пылегазовоздушных выбросов тепловых электростанций // *Промышленная энергетика*. — 2010. — № 10. — С. 44—51.
4. **Патент 2343958** Россия. МПК В01D 45/12 Вихревой пылеуловитель / А. И. Аджиревич, В. Н. Азаров, В. А. Грачев, А. С. Артюхин, В. В. Гутенев, Г. П. Крючков, Н. С. Пономарева. Оpubл. 20.01.2009. Бюл. № 2.
5. **Дмитриев А. В., Дмитриева О. С., Николаев А. Н.** Повышение эффективности очистки газовых выбросов путем установки пневмогидравлических распылителей в аппараты с интенсивным взаимодействием фаз // *Экология и промышленность России*. — 2012. — Май. — С. 16—18.
6. **Электрофильтры** типа ЭГСЭ для реконструкции действующих электрофильтров ТЭС: Информация ВТИ // *Промышленная энергетика*. — 2010. — № 10. — С. 66.
7. **Ватузов Д. Н., Пуринг С. М., Хурин И. А.** Совершенствование устройств очистки вентиляционных выбросов от загрязняющих веществ при производстве изделий из пластмасс // *Экология и промышленность России*. — 2013. — Август. — С. 22—26.
8. **Кочеткова Р. П., Кочетков А. Ю., Коваленко Н. А.** Аппарат для очистки газов // *Справочник инженера*. — 2011. — № 3. — С. 30—32.
9. **Барсков А. Л.** Новые разработки компании "Гринсол" // *Экология производства*. — 2013. — № 1. — С. 56—57.
10. **Патент 2467788** Россия. МПК В01D 53/00. Способ очистки отходящих газов от диоксида серы / И. Л. Лейтес, С. А. Шелкунов, О. А. Малышев, А. В. Майков, Т. П. Вьюгина, В. В. Имшенецкий, Е. Б. Никонова. Оpubл. 27.11.2012. Бюл. № 33.
11. **Установки** очистки газов от химических компонентов: Проспект. С.-Пб.: Изд-во "СПЕС—МОТОР", 2012. — 3 с.
12. **Патент 2469949** Россия. МПК С01В 21/00 Способ очистки дымовых газов, содержащих оксиды азота / Сире Бернал, Табари Франк. Оpubл. 10.01.2010. Бюл. № 1.
13. **Патент 4214281** Россия. МПК В01D 53/46. Колонка для комплексной очистки дымовых газов / В. С. Ежов. Оpubл. 20.03.2011. Бюл. № 8.
14. **Патент 2371239** Россия. МПК В01D 53/14. Комплексный способ и устройство для очистки и утилизации дымовых газов с получением метана / В. С. Ежов. Оpubл. 27.06.2009. Бюл. № 8.
15. **Бобров А. С.** Устройство регулирования процесса горения: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и соискателей "Знания молодых: наука, практика и инновации". 4.2. Технические и экономические науки. — Киров, 2013. — С. 13—16.
16. **Медведев Д. Д., Петяев В. А., Сапунов Д. А., Янченков С. В., Недосеев Г. Л., Коробцев С. В., Деминский М. А., Уманский С. Я.** Плазмофотокаталитическая технология удаления примеси ртути из дымовых газов угольных ТЭС // *Экология и промышленность России*. — 2014. — Февраль. — С. 12—17.



V. V. Burenin, Professor, The Moscow State Automobile & Road Technical University (MADI), **E. S. Ivanina**, Associate Professor, e-mail: ivanina.es@inbox.ru, Moscow State University Of Mechanical Engineering (MAMI)

Cleaning of Flue Gases from Thermal Coal-Fired Power Plants

New constructions of dust-and-gas filters for flue gases (dust-and-gas emissions) from thermal coal-fired power plants with improved technical features are considered, which are proposed in the patents and scientific literature of the industrialized countries of the world. The basic trends in the development of dust and gas filters for cleaning of flue gases of thermal power plants are shown.

Keywords: dust-and-gas filter, construction, cleaning, dust-and-gas emissions, thermal power plants, environmental protection, thermal power station, coal

References

1. **Ksenofontov B. S., Kozodaev A. S., Taranov R. A., Vinogradov M. S., Balina A. A., Petrova E. V.** Flotacionnaja obrabotka ugol'noj zoly TJeC v processah bakterial'nogo vyshhelachivaniya iz nejo redkozemel'nyh metallov. *Ekologija i promyshlennost' Rossii*. 2013. Avgust. P. 4–6.
2. **Bogacheva T. M., Jarmush Z. G.** Perspektivy povysheniya jekologichnosti ugol'nyh TES. *Ekologija i promyshlennost' Rossii*. 2013. Avgust. P. 57–58.
3. **Burenin V. V.** Novye fil'try-pylegazouloviteli dlja ochistki i obezvrezhivaniya pylegazovozdushnyh vybrosov teplovyh jelektrostancij. *Promyshlennaja energetika*. 2010. N. 10. P. 44–51.
4. **Patent 2343958** Rossija. MPK V01D 45/12 Vihrevoj pyleulovitel' / A. I. Azhgirevich, V. N. Azarov, V. A. Grachev, A. S. Artjuhina, V. V. Gutenev, G. P. Krjuchkov, N. S. Ponomareva. Publ. 20.01.2009. Bul. N. 2.
5. **Dmitriev A. V., Dmitrieva O. S., Nikolaev A. N.** Povysenie effektivnosti ochistki gazovyh vybrosov putem ustanovki pnevmogidravlicheskih raspylitelej v apparaty s intensivnym vzaimodejstviem faz. *Jekologija i promyshlennost' Rossii*. 2012. Maj. P. 16–18.
6. **Elektrofil'try** tipa EGSE dlja rekonstrukcii dejstvujushhh elektrofil'trov TES: Informacija VTI. *Promyshlennaja jenergetika*. 2010. N. 10. P. 66.
7. **Vatuzov D. N., Puring S. M., Hurin I. A.** Sovershenstvovanie ustrojstv ochistki ventiljacionnyh vybrosov ot zagrijaznjajushhh veshhestv pri proizvodstve izdelij iz plastmass. *Ekologija i promyshlennost' Rossii*. 2013. Avgust. P. 22–26.
8. **Kochetkova R. P., Kochetkov A. Ju., Kovalenko N. A.** Apparat dlja ochistki gazov. *Spravochnik inzhenera*. 2011. N. 3. P. 30–32.
9. **Barskov A.L.** Novye razrabotki kompanii "Grinsol". *Ekologija proizvodstva*. 2013. N. 1. P. 56–57.
10. **Patent 2467788** Rossija. MPK V01D 53/00. Sposob ochistki othodjashhh gazov ot dioksida sery / I. L. Lejtes, S. A. Shhelkunov, O. A. Malyshev, A. V. Majkov, T. P. V'jugina, V. V. Imsheneckij, E. B. Nikonova. Publ. 27.11.2012. Bul. N. 33.
11. **Ustanovki** ochistki gazov ot himicheskih komponentov: Prospekt. S.-Pb.: Izd-vo «SPES—MOTOR», 2012. 3 p.
12. **Patent 2469949** Rossija. MPK S01V 21/00 Sposob ochistki dymovyh gazov, sodержashhh oksidy azota / Sire Bernal, Tabari Frank. Publ. 10.01.2010. Bul. N. 1.
13. **Patent 4214281** Rossija. MPK V01D 53/46. Kolonka dlja kompleksnoj ochistki dymovyh gazov / V. S. Ezhov. Publ. 20.03.2011. Bul. N. 8.
14. **Patent 2371239** Rossija. MPK V01D 53/14. Kompleksnyj sposob i ustrojstvo dlja ochistki i utilizacii dymovyh gazov s polucheniem metana / V. S. Ezhov. Publ. 27.06.2009. Bul. N. 8.
15. **Bobrov A. S.** Ustrojstva regulirovaniya processa gorenija: Sbornik nauchnyh trudov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii molodyh uchenyh, aspirantov i soiskatelej «Znanija molodyh: nauka, praktika i innovacii». 4.2. Tehniceskie i jekonomiceskie nauki. Kirov, 2013. P. 13–16.
16. **Medvedev D. D., Petjaev V. A., Sapunov D. A., Janchenkov S. V., Nedoseev G. L., Korobcev S. V., Deminskij M. A., Umanskij S. Ja.** Plazmo-fotokataliticeskaja tehnologija udaleniya primesi rtuti iz dymovyh gazov ugol'nyh TES. *Ekologija i promyshlennost' Rossii*. 2014. Fevral'. P. 12–17.

УДК 004.81

Р. А. Дурнев, д-р техн. наук, доц., e-mail: rdurnev@rambler.ru,
А. С. Котосонова, мл. науч. сотр., **Р. Л. Галиуллина**, лаборант-исследователь,
Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской
обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России

Системно-динамическая модель информирования населения при аварии на химически опасном объекте

Представлена модель действий населения при аварии на химически опасном объекте с учетом уровня информированности людей. Модель позволяет определять рациональную частоту рассылки сообщений, реализуемых с помощью сервисов сотовой связи, и оценить вклад информирования в реализацию защитных мероприятий. Результаты моделирования будут положены в основу рекомендаций по информированию различных категорий населения в условиях чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: системная динамика, авария, химически опасный объект, вероятность поражения, информирование населения, сообщение, защитные действия

Анализ показывает, что одним из возможных путей оповещения населения об угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций (далее — ЧС) является применение технологий рассылки сообщений на сотовые телефоны с использованием сервисов SMS, Live Screen, Cell Broadcast и др. При этом основные проблемы реализации данного пути связаны не с организационно-техническими аспектами, а с психофизиологическим и психосемантическим характером мотивации населения к приему сообщений, их правильным восприятием, осмыслением и инициированием последующих действий по защите в ЧС [1].

В работе [2] сформулирована научная задача по обоснованию рациональных параметров текстовых сообщений сотовой связи для оповещения населения при ЧС и описан методический замысел ее решения. Суть замысла заключается в том, что процесс информирования населения представляется в виде "черного ящика". В качестве его "входа" рассматриваются контролируемые факторы, определяемые параметрами ЧС и характеристикой реципиента информации, неопределенные факторы, связанные со случайным характером ЧС и нечеткостью восприятия информации, и управляющие факторы, включающие параметры текстового сообщения, а в качестве "выхода" — риск поражения населения при реализации действий по защите после получения сообщения. Варьируя управляющими факторами при фиксировании контролируемых и учете неопределенных факторов, можно найти рациональные параметры сообщения для каждого типа ЧС и группы населения.

Для реализации данного замысла было проведено практическое исследование, в ходе которого выполнялся социологический опрос студентов МАТИ-РГТУ им. К.Э. Циолковского с разными уровнями подготовки в области безопасности жизнедеятельности [3]. В ходе опроса студентам раздавались анкеты, состоящие из двух частей — вводной информации о ЧС и перечня защитных действий, из которого они, в соответствии с вводной информацией, должны были выбрать правильные. После обработки результатов опроса были сформулированы рациональные текстовые сообщения для повышения безопасности действий людей в условиях ЧС (на примере аварии на химически опасном объекте (далее — ХОО)).

Приведенный в работах [1–3] подход позволяет обосновать рациональные параметры тестовых сообщений, но, к сожалению, с помощью него невозможно определить другие параметры информирования населения при ЧС.

Так, например, неизвестна частота рассылки данных сообщений (количество в единицу времени) для различных категорий населения и видов ЧС. Очевидно, что недостаточная частота не позволит доводить до населения актуальную информацию о развитии опасности, изменениях обстановки, текущем характере и направлении действия поражающих факторов (далее — ПФ), мерах, предпринимаемых спасательными службами, и т. п. По этой же причине может быть не достигнута требуемая степень усвоения информации из-за малого количества ее повторов.

В то же время избыточное количество сообщений будет отвлекать человека от правильных действий в условиях жесткого дефицита времени при угрозе или воздействии ПФ, осложнять понимание сообщений в случае даже незначительного изменения их содержания (особенно при слабом уровне подготовки), запутывать его поведение при неизбежных противоречиях в семантике этих сообщений и т. п.

В качестве примеров для конкретизации данной проблемы можно взять информирование населения при землетрясении и аварии на ХОО. Так, при землетрясении поражающие факторы действуют практически мгновенно и приводят к массовым повреждениям и разрушениям зданий и сооружений, гибели людей, блокированию их в завалах, состоящих из обломков строительных конструкций. При условии отсутствия угрозы повторных сейсмических толчков обстановка в зоне землетрясения, как правило, изменяется незначительно и в основном в сторону ее улучшения (локализируются пожары и тления в завалах, деблокируются и извлекаются пострадавшие, разбираются завалы, укрепляются неустойчивые конструкции зданий). В этом случае нет необходимости в плотном потоке предупреждающей информации, достаточно отдельных сообщений о правилах поведения при возможных повторных толчках, местах нахождения пунктов жизнеобеспечения, спасательных служб.

При аварии на ХОО, связанной с проливом или выбросом аварийно химически опасных веществ (далее — АХОВ), образуются первичные и в ряде случаев вторичные облака зараженного воздуха. Параметры образования этих облаков случайны, что определяется видом и количеством вещества, условиями его хранения, состоянием атмосферы, подстилающей поверхности, характером мер безопасности на объекте и многими другими факторами. Еще в большей степени случайны траектории движения этих облаков, зависящие, в том числе, от атмосферной устойчивости приземных слоев воздуха, направлений ветра на различных высотах, рельефа местности, характера застройки (геометрических форм, размеров, высот зданий и сооружений, плотности застройки), воздушных потоков в населенных пунктах и др. В связи с динамическим характером указанных случайных факторов обстановка в зоне заражения часто меняется: например, при изменении направления или скорости приземного ветра иными становятся траектория и характер движения облака АХОВ. В этом случае поток информирования должен быть более плотным — сообщения должны

отражать основные изменения обстановки в зоне заражения, предписывать адекватные меры защиты, предупреждать панические настроения в условиях дефицита информации.

Кроме того, рассмотренный в работах [1—3] подход не позволяет оценить отдельные психофизиологические и психосемантические аспекты "обработки" человеком предупреждающей информации — закономерности ее понимания, усвоения, реализации последующих действий, не понятен их общий вклад в реализацию защитных мер и многое другое.

При этом необходимо отметить наличие нелинейных связей (например, между числом сообщений и правильностью действий по защите от ПФ), обратных связей (например, увеличение потока информации может привести к ухудшению процесса ее понимания), а также различных задержек, опозданий в реализации защитных мероприятий из-за затрат времени на осмысление сообщений и т. п.

В связи с этим для обоснования рациональной частоты рассылки сообщений с предупреждающей информацией, оценки влияния психофизиологических и психосемантических аспектов ее восприятия и усвоения представляется целесообразным использование метода системной динамики [4—7], позволяющего учитывать изменения в сложных системах, обусловленные обратными, нелинейными связями и связями с задержкой.

В соответствии с указанным методом сложная система представляется в виде уровней какого-либо ресурса, потоков этого ресурса и темпа потока ресурсов (рис. 1). Уровни характеризуют текущие значения ресурса внутри системы и представляют собой значения переменных, накопленные в результате разности между входящими и исходящими потоками. Для оценки влияния информирования населения на его безопасные действия в ЧС необходимо рассмотреть уровни населения в различных состояниях (не поражено, поражено, спасено и т. п.) и уровни их информированности об опасности и порядке действий.

Сами потоки характеризуют перемещение ресурса от одного уровня к другому (например,

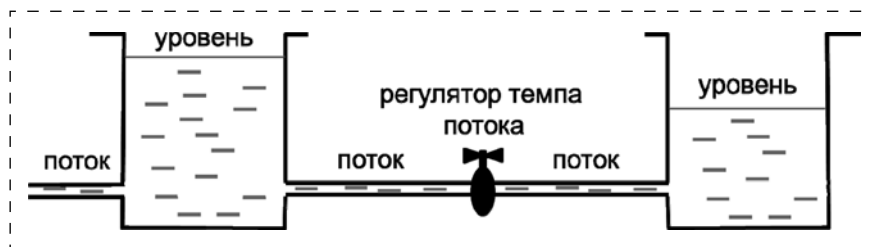


Рис. 1. Гидродинамическая аналогия метода системной динамики

населения из состояния "поражено" в состояние "спасено"), а темпы потоков — скорости изменения уровней, перемещающие содержимое одного уровня к другому. Применительно к решаемой задаче темпы потоков измеряются в количестве человек и числе сообщений в единицу времени.

Регуляторы темпа потока (функции решений) имеют, как правило, форму уравнений, определяющих реакцию потока на состояние одного или нескольких уровней, и обеспечивают заданный темп потока. Например, темп "потока людей" из уровня "поражено" в уровень "спасено" зависит, в том числе, и от правильности действий населения.

В связи с этим в рассматриваемом методе динамику поведения сложной системы можно свести к изменению значений уровней, а сами изменения регулировать потоками, наполняющими или исчерпывающими уровни. Все изменения в системе обуславливаются "петлями обратной связи", соединенными в большинстве случаев нелинейно. Под данными петлями понимают замкнутые цепочки взаимодействий, которые связывают исходные действия с его результатом [5]. При этом, если изменение исходного действия вызывает не пропорциональное изменение результата, связь нелинейная. Аналогично, если увеличение исходного действия вызывает увеличение результата, то обратная связь положительная, в противном случае — отрицательная.

В соответствии с условными обозначениями, принятыми в методе системной динамики, потоки и уровни ресурса можно представить так, как показано на рис. 2.

С учетом схемы, приведенной на рис. 2, функциональное уравнение уровня ресурса можно представить следующим образом [8]:

$$S(t) = S(t_0) + \int_{t_0}^t (X(t) - Y(t)) dt, \quad (1)$$

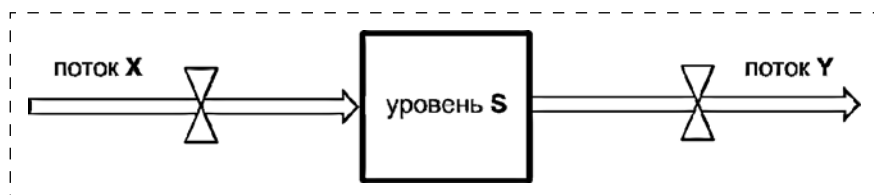


Рис. 2. Схема представления потоков и уровня ресурса в методе системной динамики (потоко-уровневая модель)

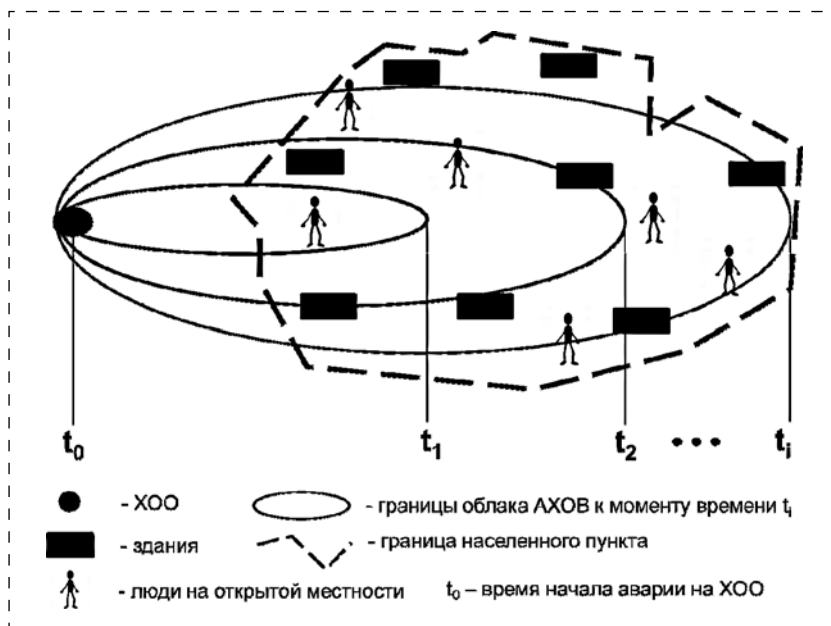


Рис. 3. Схема распространения облака АХОВ по территории населенного пункта

где $S(t)$ — уровень ресурса в момент времени t (количество человек или число сообщений, чел. или ед.); $S(t_0)$ — уровень ресурса в момент времени t_0 (чел. или ед.); $X(t)$ — темп входящего потока (чел./ед. времени или ед./ед. времени); $Y(t)$ — темп выходящего потока (чел./ед. времени или ед./ед. времени); или в виде дифференциального уравнения:

$$\frac{dS(t)}{dt} = X - Y. \quad (2)$$

Метод системной динамики включает еще такие понятия, как задержки (предназначенные для имитации задержки потоков и характеризующиеся средним временем запаздывания), каналы информации (соединяющие функции решений с уровнями), вспомогательные переменные (располагаемые в каналах информации между уровнями и функциями решений, определяющие некоторую функцию и имеющие размерность уровней либо темпов) и др. [7].

Построение потоко-уровневой модели в рамках метода системной динамики осуществлялось для случая информирования населения (путем рассылки сообщений) в ходе развития аварии на ХОО. Динамика изменений обстановки при данной аварии условно представлена на рис. 3.

В соответствии с приведенной на рис. 3 схемой при построении потоко-уровневой модели приняты следующие исходные положения, предпосылки и допущения:

- при аварии на ХОО происходит пролив АХОВ ингаляционного

действия на подстилающую поверхность и последующее длительное его испарение с образованием облаков зараженного воздуха;

- с учетом направления ветра облако зараженного воздуха передвигается в сторону населенного пункта с постоянной скоростью;
- количество людей в населенном пункте постоянно, люди находятся как в зданиях, так и на открытой местности;
- концентрация АХОВ в воздухе зоны заражения практически не меняется в рамках времени моделирования и соответствует выводимой из строя дозе (ICt_{100}), т. е. количеству вещества ингаляционного действия, вызывающему при попадании в организм выход из строя 100 % пораженных как временно, так и со смертельным исходом [9];
- в случае, если пострадавшему оказываются необходимые защитные меры в рамках само- и взаимопомощи, то он считается спасенным, в противном случае наступает летальный исход;
- мероприятия по защите населения, выполняемые силами Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) или гражданской обороны, не рассматриваются;

- в сообщениях, рассылаемых населению на сотовые телефоны, доводится информация об опасности и мерах по защите от нее.

С учетом этого потоко-уровневая модель действий населения схематично может быть представлена в виде, показанном на рис. 4.

На рис. 4 показаны некоторые обратные связи (положительные, обозначенные знаком "+", отрицательные — знаком "-"), смысл которых заключается в следующем:

А — чем больше населения поражено, тем выше темп его гибели;

Б — чем больше населения не поражено, тем выше темп его спасения;

В, Г — чем больше населения погибло или спасено, тем меньше темп его попадания в опасную зону;

Д — чем больше населения спасено, тем меньше темп его поражения и др.

Схема потоко-уровневой модели информирования показана на рис. 5. "Облачка" слева и справа схемы на рис. 5 символизируют внешний, неограниченный в рамках модели, источник ресурса (в гидродинамической аналогии, например, водоем, море и т. п.).

Рассматривая поток из уровня "население на территории населенного пункта" в уровень "население в опасной зоне" (см. рис. 4) следует отметить, что на темп этого потока

влияет прежде всего скорость распространения зараженного облака по территории населенного пункта и плотность населения. То есть, чем быстрее будет распространяться облако и выше плотность населения, тем больше будет соответствующий темп опасности для людей. Данная величина должна иметь ту же размерность, что и регулятор потока для рассматриваемых уровней — человек в час. Для этого вспомогательную переменную "темп опасности", влияющую на регулятор потока из уровня "население на территории населенного пункта" в уровень "население в опасной зоне", можно найти с помощью следующего выражения

$$\tau_{оп} = \rho_n V_{АХОВ}, \quad (3)$$

где $\tau_{оп}$ — темп опасности, чел./ч;
 ρ_n — плотность населения, чел./км²;
 $V_{АХОВ}$ — площадная скорость распространения АХОВ, км²/ч.

Рассмотренные положения отражены на рис. 6. Знаком "=" на

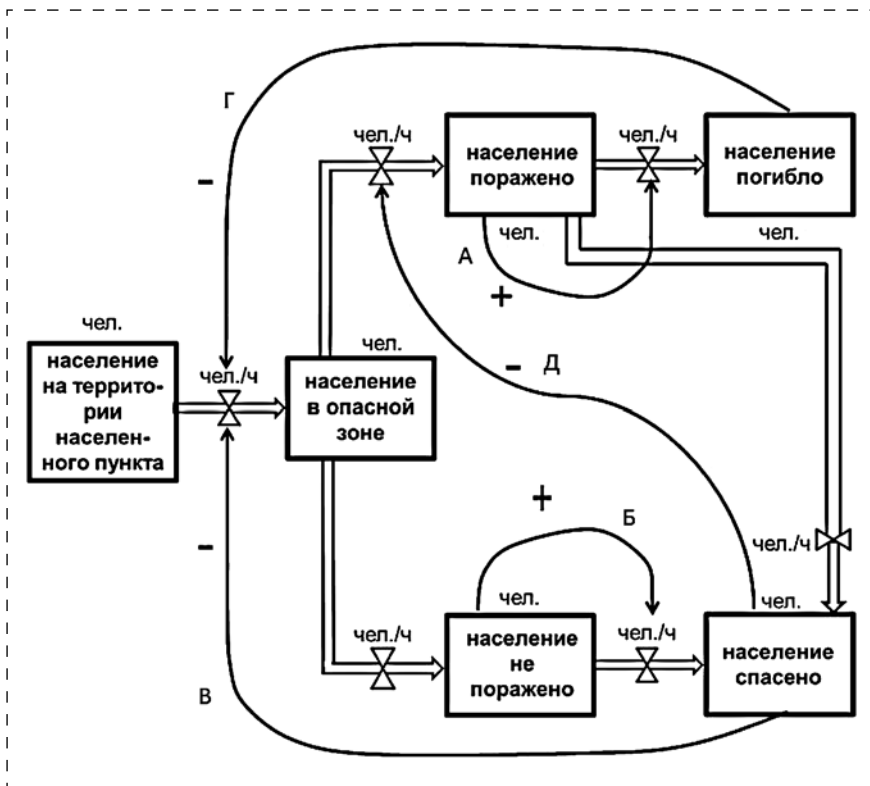


Рис. 4. Схема потоков и уровней процесса действий населения в зоне поражения АХОВ при аварии на ХОО



Рис. 5. Схема потоков и уровней процесса информирования населения

пробит-функции, например, следующего вида [10]:

$$P_{\text{пор}} = A + B \ln(C_{\text{ppm}}^n t_{\text{эксп}}); \quad (4)$$

при этом

$$C_{\text{ppm}}^n = \frac{CM_{\text{возд}}}{1,2M_{\text{вещ}}},$$

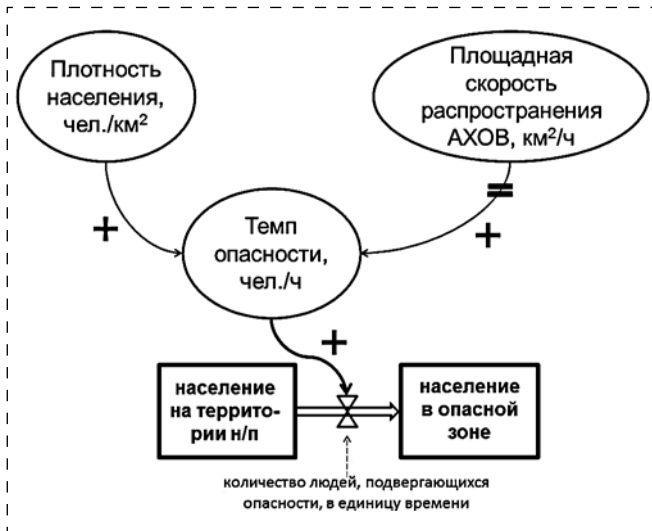


Рис. 6. Схема влияния на регулятор темпа потока из уровня "население на территории н/п" (населенного пункта) в уровень "население в опасной зоне"

где $P_{\text{пор}}$ — вероятность поражения населения АХОВ; A, B, n — константы для вычисления пробит-функции общих потерь вследствие воздействия АХОВ; C_{ppm}^n — концентрация АХОВ в *parts per million* (ppm); $t_{\text{эксп}}$ — время действия (экспозиции) АХОВ, мин (ч); C — концентрация АХОВ, мг/м³; $M_{\text{возд}}$ — молекулярная масса воздуха (принимается равной 29); $M_{\text{вещ}}$ — молекулярная масса вещества.

Вероятный темп поражения населения АХОВ можно найти по следующей зависимости:

$$\tau_{\text{вер}} = \tau_{\text{оп}} P_{\text{пор}}. \quad (5)$$

В свою очередь интегральный темп поражения населения, чел./ч, определяется, как

$$T_{\text{пор}} = \tau_{\text{вер}} (1 - P_{\text{дейст}}), \quad (6)$$

где $P_{\text{дейст}}$ — вероятность правильных действий населения по защите от ПФ.

этой схеме показана учитываемая в модели временная задержка от момента аварии на ХОО до прихода облака АХОВ в населенный пункт.

Очевидно, что в соответствие со схемой на рис. 4 население в опасной зоне может быть поражено путем токсического воздействия зараженного облака или остаться непопавшим. Это будет зависеть как от параметров облака зараженного воздуха (концентрации АХОВ в облаке, время его действия и т. п.), так и от успешности действий населения по защите от ПФ. С учетом этого взаимосвязь вспомогательных переменных, влияющих на регуляторы темпов потоков из уровня "население в опасной зоне" в уровни "население поражено" и "население не поражено", показана на рис. 7.

Вероятность поражения АХОВ может быть найдена с учетом



Рис. 7. Схема влияния на регуляторы темпа потоков из уровня "население в опасной зоне" в уровни "население поражено" и "население не поражено"



Из рис. 7 видно, что вспомогательная переменная "интегральный темп поражения населения" соединена положительной обратной связью с регулятором темпа потока из уровня "население в опасной зоне" в уровень "население поражено" (чем больше значение переменной, тем выше темп потока) и отрицательной обратной связью с регулятором темпа потока из уровня "население в опасной зоне" в уровень "население не поражено" (чем больше значение переменной, тем ниже темп потока).

Рассматривая вспомогательную переменную "вероятность правильных действий" следует отметить, что на ее величину влияет уровень информированности населения по характеру опасности и защитным мероприятиям. В связи с этим в общую модель процесса действий населения в зоне заражения АХОВ при аварии на ХОО следует включить в качестве элемента потоко-уровневую модель информирования, уровень в которой измеряется в количестве сообщений, а темп потока — в количестве сообщений в единицу времени. Для того чтобы модель процесса действий населения непротиворечиво сочеталась с моделью информирования, необходимо, чтобы все вспомогательные переменные, влияющие на "вероятность безопасных действий", учитывали бы количество сообщений.

При этом очевидно, что как избыточное, так и недостаточное количество сообщений негативно влияет на безопасность действий населения при аварии на ХОО. Так, чрезмерное количество информации для населения, сложной в семантическом плане, уменьшает степень ее понимания. Для учета этого в модели возможно использование следующей ориентировочной зависимости вероятности правильного понимания информации [11]:

$$P_{\text{пон}} = e^{-\frac{k}{t_{\text{сооб}}}}, \quad (7)$$

где k — количество сообщений, ед; $t_{\text{сооб}}$ — среднее время между сообщениями, ч.

Аналогично, высокая частота информирования населения также негативно влияет на правильность его действий. Это связано с тем, что при приеме сообщения возникают отвращения (потери времени) людей на понимание и усвоение информации. В условиях высокой динамики распространения ПФ аварий на ХОО это может послужить причиной возможного дефицита времени на реализацию действий по защите от них. Учет этого положения в первом приближении возможен с применением следующей формулы:

$$P_{\text{отвл}} = k^{-\alpha}, \quad (8)$$

где $P_{\text{отвл}}$ — вероятность отвращения на понимание и усвоение информации; α — коэффициент

скорости изменения значений вероятности в зависимости от количества сообщений ($\alpha \leq 1$).

В качестве другой вспомогательной переменной, влияющей на "вероятность правильных действий", возможно применение степени (вероятности) усвоения информации ($P_{\text{усв}}$). В работах [12, 13] отмечается, что для относительно простой информации степень ее усвоения зависит от количества повторов ("повторение — мать учения"). И если для предыдущих двух вспомогательных переменных увеличение количества сообщений негативно влияет на действия населения, то рассматриваемая переменная вносит положительный вклад в "вероятность правильных действий". Значение степени усвоения информации удобно определять по формуле [11]:

$$P_{\text{усв}} = \frac{1}{1 + e^{-\frac{k}{t_{\text{сооб}}}}}. \quad (9)$$

И, наконец, человек может правильно понять и усвоить информацию, но не сумеет реализовать свои знания в конкретных условиях обстановки, т. е. не сможет перейти от знаний к умениям, тем более, к навыкам. Причиной этого может быть слабая практическая направленность его знаний или необходимость других, более глубоких "пластов" знаний. Например, при получении информации о том, что необходимо смочить ватно-марлевую повязку двухпроцентным раствором соды, возможно возникновение затруднений в понимании, что должна представлять собой данная повязка. В этой связи необходимо принимать во внимание и такую вспомогательную переменную, как "успешность само- и взаимопомощи после информирования". Величину вероятности этой переменной можно определить следующим образом:

$$P_{\text{спас}} = 1 - P_{\text{пор}}, \quad (10)$$

где $P_{\text{пор}}$ — вероятность поражения.

Значения вероятности поражения приведены на рис. 8 [3].

Следует отметить, что представленные зависимости (7)—(10) носят достаточно общий характер и применимы только для простейших сообщений и условного реципиента информации. Это обусловлено, в свою очередь, общим характером потоко-уровневой модели, не содержащей деталей, связанных с содержанием доводимой информации, формой ее представления, конкретным текстом и т. п., а также предварительными задачами настоящего исследования, направленными на выявление тенденций в процессе информирования. При получении результатов моделирования и их интерпретировании возможно уточнение указанных зависимостей.

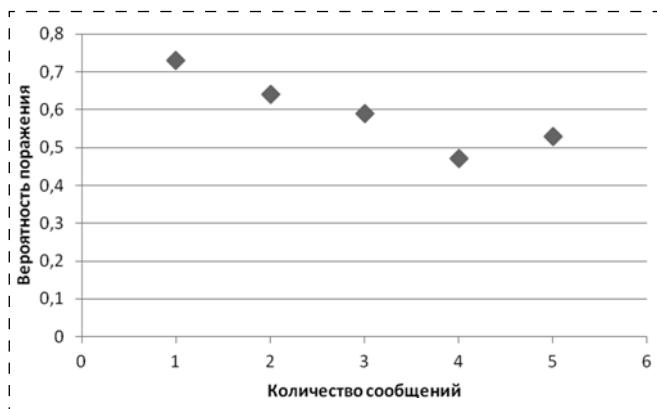


Рис. 8. Вероятность поражения в зависимости от количества сообщений

Фрагмент модели процесса действий населения в зоне заражения АХОВ при аварии на ХОО с учетом уровня информированности показан на рис. 9. На этом же рисунке показаны обратные связи от рассмотренных вспомогательных переменных. С учетом этого значение вероятности правильных действий может находиться из соотношения:

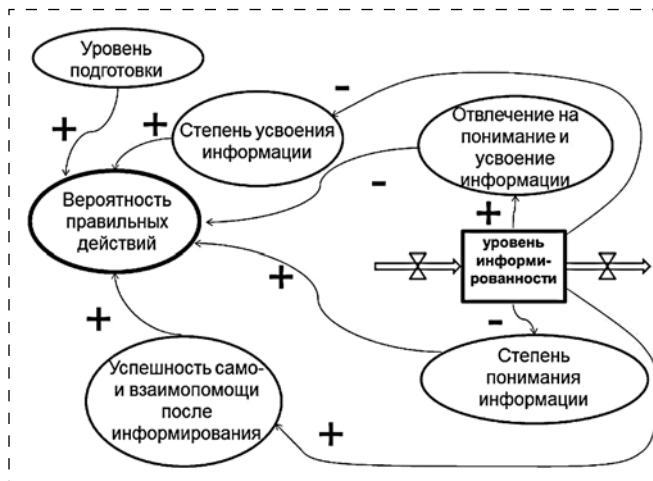


Рис. 9. Фрагмент модели процесса действий населения с учетом уровня его информированности

$$P_{\text{дейст}} = P_{\text{пон}} P_{\text{отвл}} P_{\text{усв}} P_{\text{спас}} \quad (11)$$

Строго говоря, сомножители в равенстве (11) в определенной степени представляют зависимые события, однако на данном этапе, при отсутствии

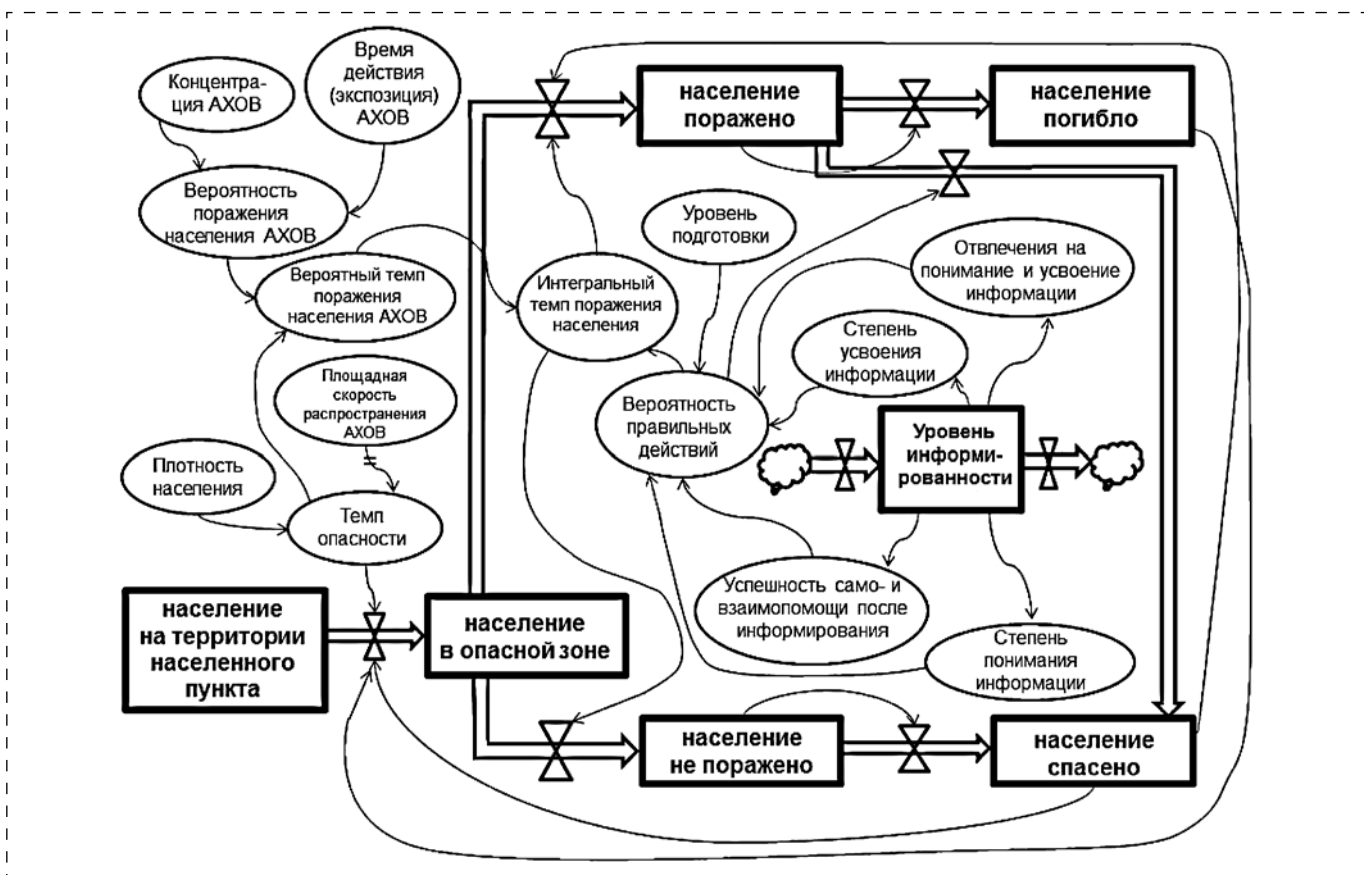


Рис. 10. Схема потоково-уровневой модели процесса действий населения в зоне поражения АХОВ при аварии на ХОО с учетом уровня информированности



результатов исследований по закономерностям влияния предупреждающей информации на человека, возможно использование формулы произведения вероятностей независимых событий.

Все указанное выше нашло отражение на рис. 10, из которого видно, что темпы потоков населения различных уровней зависят от следующих вспомогательных переменных:

от уровня "население на территории населенного пункта" к уровню "население в опасной зоне" — от "темпа опасности";

от уровня "население в опасной зоне" к уровням "население поражено" и "население не поражено" — от "интегрального темпа поражения населения";

от уровня "население поражено" к уровню "население спасено" — от "вероятности правильных действий".

Таким образом, разработана потоко-уровневая модель процесса действий населения в зоне заражения АХОВ при аварии на ХОО с учетом уровня информированности. Ее применение в программах AnyLogic [6, 7] или других [14] позволит определить рациональную частоту рассылки сообщений, реализуемых с помощью различных сервисов сотовой связи, оценить отдельные психофизиологические и психосемантические аспекты "обработки" человеком предупреждающей информации — закономерности ее понимания, усвоения, реализации последующих действий, определить общий вклад в реализацию правильных защитных мер. Данные результаты будут положены в основу методических рекомендаций по информированию различных категорий населения в условиях чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и биолого-социального характера.

В следующей статье этой серии будут приведены результаты применения разработанной модели.

Список литературы

1. Лукьянович А. В., Дурнев Р. А., Котосонова А. С. Оповещение населения при чрезвычайных ситуациях: задача обоснования параметров текстовых сообщений // Безопасность жизнедеятельности. — 2013. — № 6. — С. 35—40.
2. Лукьянович А. В., Дурнев Р. А., Котосонова А. С. Оповещение населения при чрезвычайных ситуациях: подход к обоснованию рациональных параметров текстовых сообщений // Безопасность жизнедеятельности. — 2013. — № 7. — С. 35—41.
3. Дурнев Р. А., Лукьянович А. В., Котосонова А. С. Оповещение населения с использованием текстовых сообщений: некоторые практические результаты // Безопасность жизнедеятельности. — 2014. — № 1. — С. 22—25.
4. Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятий. М.: Прогресс, 1971.
5. Путилов В. А., Горохов А. В. Системная динамика регионального развития. Мурманск, НИЦ "Пазори", 2002.
6. Маликов Р. Ф. Практикум по имитационному моделированию сложных систем в среде AnyLogic 6: учеб. пособие. Уфа: Изд-во БГПУ, 2013.
7. Карпов Ю. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic. С-Пб.: БХВ-Петербург, 2005.
8. Дурнев Р. А., Мещеряков Е. М. Методические рекомендации по подготовке диссертационных работ. Комиксы для соискателей / Под ред. В. А. Акимова. — М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2014.
9. Саноцкий И. В. Методы определения токсичности и опасности химических веществ (токсикометрия). — М.: Медицина, 1970.
10. Pietersen C. M. Consequences of accidental releases of hazardous material // Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 1990. — Vol. 3, № 1. — P. 136—141.
11. Информационно-коммуникационные технологии обеспечения безопасности жизнедеятельности / Под общ. ред. П. А. Попова. — М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), ООО "ИПП Куна", 2009.
12. Психология рекламного влияния. Как эффективно воздействовать на потребителя / Эрик дю Плесси. Пер. с англ. — СПб.: Питер, 2007.
13. Кутлалиев А., Попов А. Эффективность рекламы. — М.: "Экспо", 2005.
14. Сидоренко В. Н. Системно-динамическое моделирование в среде POWERSIM: Справочник по интерфейсу и функциям. — М.: МАКС-ПРЕСС, 2001.

R. A. Durnev, Associate Professor, e-mail: rdurnev@rambler.ru,
A. S. Kotosonova, Junior Researcher, **R. L. Galiyllina**, Laboratory Assistant Researcher,
All Russian Science Research Institute Ministry of Russian Federation for Civil
Defense, Emergency and Elimination of Consequences of Natural Disasters" Federal
Center of Science and High Technologies (FC VNII GOChS Emercom of Russia)

System and Dynamic Model of Informing the Population at Accident on Chemical Dangerous Object

Statement of the problem: One way of alerting the public about a threat of emergency is by sending warning SMS messages to cell phones. The method is associated with some difficulties related to identifying the reasonable frequency of warning messages for different categories of population and types of emergencies, and assessing certain psychological aspects of how people process warning information. To solve this problem, a model of public warning in case of a chemical accident was developed.

Method: Taking into account nonlinear and inverse relationships between the number of messages and the effectiveness of population actions in emergency situations, a system dynamics approach was taken as the basis for the model. Under this approach, the population of an emergency area and the warning messages are presented as flows of objects passing from one state to another. The rates of such flows depend on the propagation speed of contaminated cloud in the inhabited area and the likelihood of appropriate response by the population. The likelihood of appropriate response depends on adequate understanding of warning information, the extent of its perception, and the effectiveness of post-alert protective actions. All these variables are related to the message frequency.

Method implementation: It is proposed to implement the devised method using the AnyLogic software. The results of the implementation will underlie guidelines for warning various population groups in emergency situations of natural, human-made or bio-social nature.

Keywords: system dynamics, accident, chemical dangerous object, probability of defeat, informing population, message, protective actions

References

1. Luk'janovich A. V., Durnev R. A., Kotosonova A. S. Opoveshhenie naselenija pri chrezvychajnyh situacijah: zadacha obosnovanija parametrov tekstovyh soobshhenij. *Bezopasnost' Zhiznedejatel'nosni*. 2013. N. 6. P. 35—40.
2. Luk'janovich A. V., Durnev R. A., Kotosonova A. S. Opoveshhenie naselenija pri chrezvychajnyh situacijah: podhod k obosnovaniju racional'nyh parametrov tekstovyh soobshhenij. *Bezopasnost' Zhiznedejatel'nosni*. 2013. N. 7. P. 35—41.
3. Durnev R. A., Luk'janovich A. V., Kotosonova A. S. Opoveshhenie naselenija s ispol'zovaniem tekstovyh soobshhenij: nekotorye prakticheskie rezul'taty. *Bezopasnost' Zhiznedejatel'nosni*. 2014. N. 1. P. 22—25.
4. Forrester Dzh. *Osnovy kibernetiki predpriyatij*. M.: Progress, 1971.
5. Putilov V.A., Gorohov A.V. *Sistemnaja dinamika regional'nogo razvitija*. Murmansk: NIC "Pazori", 2002.
6. Malikov R. F. *Praktikum po imitacionnomu modelirovaniju slozhnyh sistem v srede AnyLogic 6*: Ucheb. Ufa: Izd-vo BGPU, 2013.
7. Karpov Ju. *Imitacionnoe modelirovanie sistem. Vvedenie v modelirovanie s AnyLogic*. S-Pb.: BHV-Peterburg, 2005.
8. Durnev R. A., Meshherjakov E. M. Metodicheskie rekomendacii po podgotovke dissertacionnyh rabot. Komiksny dlja soiskatelej / Pod red. V. A. Akimova. M.: FGBU / VNII GOChS (FC), 2014.
9. Sanockij I. V. *Metody opredelenija toksichnosti i opasnosti himicheskikh veshhestv (toksikometrija)*. M.: Medicina, 1970.
10. Pietersen C. M. Consequences of accidental releases of hazardous material. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 1990. Vol. 3, N 1. P. 136—141.
11. **Informacionno-kommunikacionnye tehnologii** obespechenija bezopasnosti zhiznedejatel'nosti / Pod obshhej redakciej P. A. Popova. M.: FGU VNII GOChS (FC), OOO "IPP Kuna", 2009.
12. Jerik dju Plessi. *Psihologija reklamnogo vlijanija. Kak jeffektivno vozdejsvovat' na potrebitelja*. Per. s angl. SPb.: Piter, 2007.
13. Kutaliev A., Popov A. *Jefferektivnost' reklamy*. M.: Jekspo", 2005.
14. Sidorenko V. N. *Sistemno-dinamicheskoe modelirovanie v srede POWERSIM: Spravochnik po interfejsu i funkcijam*. — M.: MAKS-PRESS, 2001.

Информация

II МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

Технологическая платформа "Твердые полезные ископаемые": технологические и экологические проблемы отработки природных и техногенных месторождений

в рамках V Уральского горно-промышленного форума в городе Екатеринбурге
2 – 4 декабря 2015 г.

Место проведения форума и конференции

Международный выставочный центр "Екатеринбург-Экспо"

620060, Россия, г.Екатеринбург,

Экспо бульвар, д.2

сайт конференции: <http://conf.igduran.ru/>

тел. (343) 350-50-35, факс: +7 (343) 3504619

geoeco@igduran.ru

ecoproblem2015@yandex.ru

УДК 614.84

Ю. Г. Горшков, д-р техн. наук, проф.,

И. С. Житенко, канд. техн. наук, доц., e-mail: zhitenko77@gmail.com,

А. А. Калугин, канд. техн. наук, ассистент,

Челябинская государственная агроинженерная академия

Пожары — большое стихийное бедствие

Статья посвящена проблеме борьбы с пожарами в сельской местности. Приведена пожарная статистика МЧС России, проведен анализ числа и тяжести пожаров, анализ причин и последствий пожаров. Предложена автоматическая система пожаротушения в особо пожароопасных помещениях. Приведена методика определения общего расхода огнетушащего вещества, требуемого для создания огнегасительной концентрации в заданном объеме или на поверхности.

Ключевые слова: пожар, опасные и вредные факторы, автоматическая система пожаротушения, сельское хозяйство, особо опасные объекты

В Российской Федерации ежегодно возникает более 150 тыс. пожаров, причиняющих материальный ущерб на сумму свыше 15 млрд руб. Число погибших на пожаре за последние годы колеблется от 11 до 15 тыс. человек. Статистика пожаров по России показывает, что 70 % пожаров происходит в жилых домах, где гибель и травматизм людей от дыма и огня составляет 8 случаев из 10. По данным Центра пожарной статистики КТИФ [1] на 1 млн человек в России при пожарах погибает более 100 человек, что в 6 раз больше, чем в США [2]. При этом количество пожаров в год на 1 млн человек по России составляет около 2000.

По данным МЧС России, за 2013 г. оперативная обстановка с пожарами и возгораниями на

территории РФ, по сравнению с предыдущим годом, выглядела следующим образом: количество пожаров снизилось на 6,07 % и составило 153 208 (рис. 1, а). В этих пожарах погибло 10 560 человек, что на 9,5 % меньше, чем в 2012 г. Среди погибших 486 детей (на 10,82 % меньше) (рис. 1, б). Травмы различной степени тяжести получили 11 101 человек (на 8,75 % меньше). Материальный ущерб, нанесенный огнем, по общим подсчетам составил 11 860,53 млн руб. (рис. 1, в), т. е. на 15,1 % меньше, чем в 2012 г. [3–5].

В целом по народному хозяйству РФ количество пожаров в последние годы растет. На сельскую местность приходится 50...55 % всех пожаров. На пожарах ежегодно погибают сотни тысяч

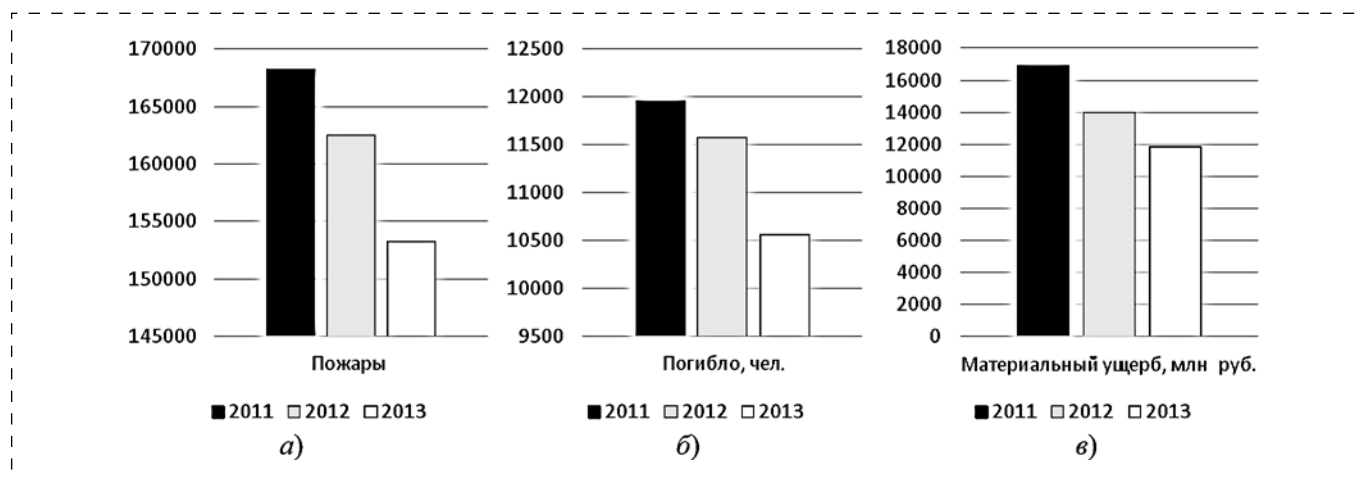


Рис. 1. Анализ обстановки с пожарами и последствий от них на территории Российской Федерации:

а — число пожаров, шт; б — число погибших при пожарах (в том числе детей), чел.; в — прямой материальный ущерб, причиненный пожарами, млн руб.

голов крупного рогатого скота, свиней, птицы и др., сгорает около 15...25 тыс. единиц автотракторной техники, технологических машин и оборудования.

По официальной статистике в год сгорает около 2 млн га леса, по неофициальной — до 14 млн га [6]. Почему такая разница? Дело в том, что примерно треть от 600 млн га российских лесов официально находится вне зоны охраны от пожаров, и по этой территории нет даже достоверной статистики о количестве и площади пожаров. По остальным территориям данные о пожарах тоже далеко не всегда достоверны [7]. Согласно официальным данным, около 67 % лесных пожаров и 95 % пройденной огнем площади лесов пришлось на 24 субъекта РФ [3—5]. Самыми пожароопасными территориями оказались Якутия, Карелия, Коми, Ямало-Ненецкий и Ханты-Мансийский округа, Иркутская и Амурская области, Красноярский и Забайкальский края, Бурятия. На них пришлось около 75 % пройденной огнем территории.

В таблице представлена обстановка с пожарами в Челябинской области, из которой видно незначительное снижение числа пожаров.

По прогнозам ученых Российской Федерации в случае, если существующая ситуация с пожарами будет продолжаться и в дальнейшем, то через 5 лет страна может остаться без основного фонда леса.

Необходимо отметить, что в последние десятилетия заметно увеличивается антропогенная нагрузка на природную среду. Техногенные и природные катастрофы, хищническая бесплановая вырубка леса, строительство различных объектов в местах обитания животных, распашка целинных и залежных земель, загрязнение рек, озер и водоемов промышленными отходами, не говоря уже об атмосфере, ставят на грань выживания не только животных, птиц и пресмыкающихся, но и самого человека.

С каждым годом число лесных пожаров не только растет, но и последствия их становятся тяжелее. Сотни тысяч зверей, птиц и их потомство гибнут, а оставшиеся в живых в панике перемещаются в места, не приспособленные для своего

выживания и воспроизводства. Так, за последние 10 лет количество животных, птиц, ценных пород рыб и другой живности в среднем снизилось на 50 %. В результате все больше и больше животных и птиц попадает в "Красную книгу" [7].

Опасными и вредными факторами пожара, воздействующими на людей и животных, являются: открытый огонь, повышенная температура окружающей среды и предметов, токсические продукты горения, дым, пониженное содержание кислорода, падающие части строительных конструкций, взрывы и др. [7].

Основными характерными причинами возникновения пожаров являются: нарушение правил эксплуатации электрооборудования и электроприборов; неосторожное обращение с огнем; нарушение правил пожарной безопасности при проведении огневых работ; неисправность производственного оборудования; самовозгорание веществ и материалов; разряды статического электричества; грозовые разряды; поджоги.

Согласно Правилам пожарной безопасности в Российской Федерации ППБ 01-03 собственники имущества, лица, уполномоченные владеть, пользоваться или распоряжаться имуществом, в том числе руководители и должностные лица организаций, являющиеся ответственными за обеспечение пожарной безопасности объектов. Согласно ст. 219 УК РФ нарушение правил пожарной безопасности, совершенное лицом, на котором лежала ответственность за их соблюдение, если эти действия по неосторожности повлекли возникновение пожара, причинившего вред здоровью людей, смерть человека и другие тяжкие последствия, наказывается ограничением свободы на срок до четырех лет или лишением свободы на срок до трех лет [8].

Пожарная безопасность объекта по ГОСТ 12.1.004—91 [9] обеспечивается системой предотвращения пожара, системой пожарной защиты и организационно-техническими мероприятиями.

Система предотвращения пожара — это комплекс мероприятий, направленных на устранение условий возникновения пожара, что достигается исключением возможности образования горючей среды и источников зажигания.

Система пожарной защиты обеспечивается предотвращением распространения пожара, применением средств пожаротушения, эвакуацией людей, применением средств индивидуальной защиты, сигнализации и извещения.

К организационно-техническим мероприятиям относятся: создание службы пожарной безопасности, ее техническое оснащение, обучение и подготовка кадров, разработка противопожарных инструкций, массовая пропаганда среди

**Число пожаров за 2011—2013 гг.
по Челябинской области [3—5]**

Год	Число пожаров	Погибло человек	Из них детей	Ущерб, млн руб.	Число лесных пожаров
2011	4538	311	13	223794,0	2000
2012	4449	288	20	209974,0	1645
2013	4398	276	17	215631,0	871

населения, создание технических средств эффективного тушения пожаров и др.

Для снижения числа и тяжести последствий пожаров авторами статьи предлагается автоматическая система пожаротушения в особо пожароопасных помещениях (отделения ремонта топливной аппаратуры, покраски, деревообделочные цехи и др.). Эта система позволяет предотвратить распространение огня от источника возгорания по всему помещению, а также избежать тушения пожара вручную.

Автоматическая система пожаротушения включает в себя систему автоматической пожарной сигнализации (звуковой и световой), генератор огнетушащего аэрозоля (ГОА) "Допинг-2", тепловое реле, понижающий трансформатор, систему электропроводки (рис. 2).

Автоматическая система пожарной сигнализации состоит: из пульта, пожарного извещателя, звукового и светового табло. Пульт предназначен для централизованного наблюдения за охраняемым объектом. Он выполняет следующие функции:

- автоматически включает сигнал тревоги при коротком замыкании электрической цепи;
- автоматически транспортирует сигнал тревоги на пульт центрального наблюдения, дублирует световые сигналы тревоги на световом табло.

Пожарным извещателем может быть тепловой извещатель типа АТИМ-3, представляющий собой термочувствительный прибор, реагирующий на повышение температуры. Чувствительным элементом является биметаллическая пластина, которая под температурным воздействием прогибается и замыкает или размыкает контакты,

включая электрическую цепь. Температура срабатывания датчика от 60 до 100 °С.

Генератор огнетушащего аэрозоля "Допинг-2" предназначен для оперативного аэрозольного тушения пожаров в закрытых, технически сложных объектах объемом до 2 м³. Он представляет собой стационарно устанавливаемый в защитном отсеке металлический цилиндр с размерами: диаметр — 78 мм, длина — 166 мм и масса — 1,1 кг [10]. Срабатывает автоматически при воздействии открытого пламени или температуры. Время работы генератора — 20 с. Тушение происходит в течение первых 4...10 сек.

Огнетушащий аэрозоль не токсичен, коррозионно неактивен. Гарантирован десятилетний срок служебной пригодности без перезарядки и техобслуживания.

Работа системы автоматического пожаротушения (см. рис. 2) происходит следующим образом. Контакты теплового извещателя пожаротушения 3 от относительно большой температуры развившегося пожара смыкаются. Ток от источника питания, проходя через понижающий трансформатор 5 и через замкнутые контакты пожарного извещателя 3, поступает на один из концов сопротивления *R* генератора огнетушащего аэрозоля "Допинг-2". При прохождении электрического тока по сопротивлению *R*, которое нагревается — взрывается пиропатрон (расположенный в ГОА), и аэрозоль равномерно распространяется по всему оборудованию 1, прекращая развитие пожара. В электрическую цепь входит тепловое реле 4 которое в случае замыкания электропроводов потребителей отключает электрическую цепь. Нормально замкнутые

контакты реле размыкаются, и электрическая цепь прерывается.

В том случае, если не срабатывает один из извещателей, предусматривается шунтирование электрической цепи, напряжением $U = 12$ В.

Расчет автоматической системы пожаротушения в особо пожароопасных помещениях сводится к определению общего расхода огнегасительного состава, требуемого для создания огнегасительной концентрации в заданном объеме или на поверхности. Массовый или объемный расход аэрозоля определяется с помощью выражения:

$$M_a = C_m V_{п} \quad \text{при} \quad V_a = C_o V_{п}, \quad (1)$$

где M_a — масса аэрозоля, кг; V_a — объем аэрозоля, подаваемого

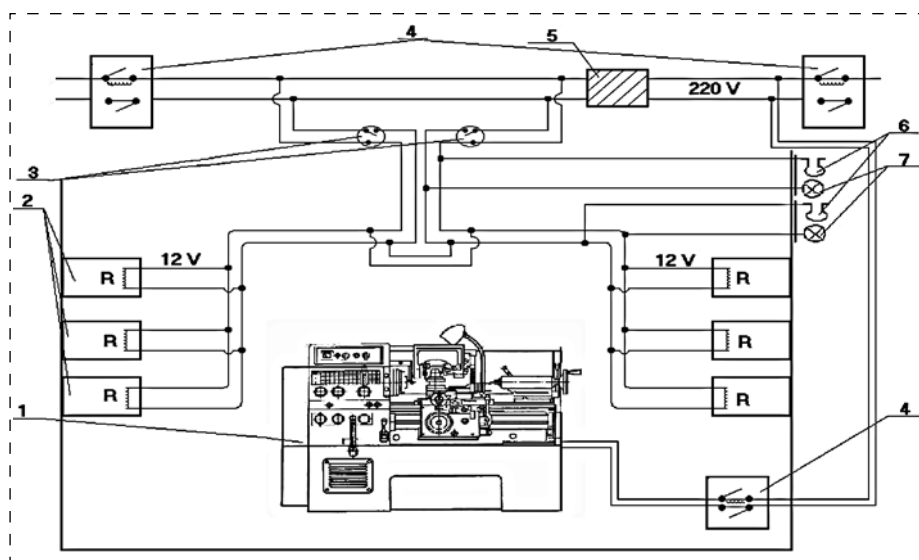


Рис. 2. Принципиальная схема автоматической системы пожаротушения в особо пожароопасных участках производства:

1 — оборудование; 2 — ГОА "Допинг-2"; 3 — тепловой извещатель АТИМ-3; 4 — тепловое реле; 5 — понижающий трансформатор; 6 — звонок; 7 — электрическая лампа

в помещение к оборудованию за единицу времени, м³; C_M — массовая огнегасительная концентрация аэрозоля, кг/м³; C_0 — объемная огнегасительная концентрация аэрозоля; V_{II} — объем помещения, кг/м³.

Подобный упрощенный способ в общем случае не отражает всех особенностей процесса аэрозолеобразования при подаче огнетушащего вещества в помещение. В действительности турбулентная струя огнегасительного вещества, выходящая из ГОА с высокой скоростью, быстро смешивается с воздухом, и в помещении создается энергичная циркуляция аэрозолевоздушных потоков, которая ускоряет процесс перемешивания аэрозоля с воздухом и образует более или менее однородную взвесь.

При небольшом избыточном давлении, вызванном нагревом воздуха при относительно высокой температуре возгорания, в негерметичном помещении устанавливается режим газообмена, при котором объем подаваемой взвеси будет равен объему вытесняемого воздуха.

Учитывая, что температура аэрозоля равна температуре воздуха в помещении с оборудованием, уравнение газообмена можно записать в виде:

$$V_{II} dC' = V_a \gamma_a d\tau - C' V_B d\tau, \quad (2)$$

где C' — массовая концентрация аэрозоля в пространстве помещения в любой момент времени; τ — время подачи аэрозоля в пространстве помещения; γ_a — удельный вес аэрозоля, при температуре в помещении; V_a — объем аэрозоля, подаваемого в помещение к оборудованию за единицу времени; V_B — объем газозвушной смеси, вытесняемой из пространства помещения в единицу времени.

Поскольку $V_a = V_B$, то:

$$V_{II} dC' = V_a (\gamma_a - C') d\tau. \quad (3)$$

Величина V_a является переменной во времени, поэтому решение этого уравнения в общем случае имеет вид:

$$\frac{1}{V_{II}} \int_0^{\tau} V_a d\tau = \ln \frac{\gamma_a - C'_n}{\gamma_a - C'_k}, \quad (4)$$

где C'_n и C'_k — начальное и конечное содержание огнетушащего аэрозоля в атмосфере пространства помещения.

С достаточной для практических целей точностью можно усреднить величину V_a в течение времени τ :

$$V'_a = \frac{1}{V_{II}} \int_0^{\tau} V_a d\tau. \quad (5)$$

В этом случае можно записать:

$$\frac{1}{V_{II}} V'_a \tau = \ln \frac{\gamma_a - C'_n}{\gamma_a - C'_k}; \quad \tau = \frac{V_{II}}{V'_a} \ln \frac{\gamma_a - C'_n}{\gamma_a - C'_k}; \quad (6)$$

$$C'_k = C'_n \frac{V'_a \tau}{V_{II}} + \gamma_a \left(1 - e^{-\frac{V'_a \tau}{V_{II}}} \right).$$

Если $C'_n = 0$, то формулы соответственно упрощаются:

$$\tau = \frac{V_{II}}{V'_a} \ln \frac{\gamma_a}{\gamma_a - C'_k}; \quad C'_k = \gamma_a \left(1 - e^{-\frac{V'_a \tau}{V_{II}}} \right). \quad (7)$$

Формулу (5) можно выразить в следующем виде:

$$V'_a = \frac{V_{II}}{\tau} \ln \frac{100}{100 - n}, \quad (8)$$

где n — требуемое процентное содержание огнетушащего вещества в пространстве помещения (справочные данные).

Общий расход огнетушащего вещества, кг/мин

$$Q = V'_a \tau. \quad (9)$$

Учитывая вышеприведенный материал, с помощью предлагаемой упрощенной методики можно определить количество огнетушащего вещества, необходимого для автоматического тушения пожара на объектах повышенной опасности.

Список литературы

1. **КТИФ** — Международная ассоциация противопожарных и спасательных служб. URL: <http://poznproekt.ru/enciklopediya/ktif> (дата обращения 23.04.2015).
2. **Потери** от пожаров США за 2013 год. URL: <http://poznproekt.ru/stat/nfpa/FireLoss2013.pdf> (дата обращения 23.04.2015).
3. **МЧС России**. Обстановка с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации за 2013 год. URL: <http://wiki-fire.org/Статистика-пожаров-РФ-2013.ashx> (дата обращения 23.04.2015).
4. **МЧС России**. Обстановка с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации за 2011 год. URL: <http://poznproekt.ru/stat/mchs/analiz-pozharov-za-2011-god.pdf> (дата обращения 23.04.2015).
5. **МЧС России**. Обстановка с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации за 2012 год. URL: <http://poznproekt.ru/stat/mchs/analiz-pojarj-2012.pdf> (дата обращения 23.04.2015).
6. **Новостное агентство ИТАР-ТАСС**. URL: <http://itar-tass.com/ural-news/1535197> (дата обращения 23.04.2015).
7. **Горшков Ю. Г., Четыркин Ю. Б., Егоров А. В.** и др. Пожарная безопасность в агропромышленном производстве: учебное пособие для студентов вузов. — Челябинск: Челяб. гос. агроинженер. ун-т., 2009.
8. **Уголовный кодекс** Российской Федерации с изменениями, внесенными Постановлением Конституционного Суда РФ от 27.05.2008 № 8-П, от 13.07.2010 № 15-П.
9. **ГОСТ 12.1.004—91** Пожарная безопасность. URL: http://www.rostpleo.ru/Npb_files/npb_shablon.php?id=843 (дата обращения 23.04.2015).
10. **Указания по монтажу** системы пожаротушения с генератором огнетушащего аэрозоля "Допинг-2" / ООО "ЭПОТОС 1". — М., 2002.



Ju. G. Gorshkov, Professor, **I. S. Zhitenko**, Associate Professor, e-mail: zhitenko77@gmail.com;
A. A. Kalugin, Assistant, Cheljabinskaja gosudarstvennaja agroinzhenernaja akademija

Automatic Fire Extinguishing System for Especially Dangerous Objects of Agricultural Production

The article is devoted to the problem of the fighting with fire in rural areas. The article provides fire statistics of the Ministry of Emergency Situations of the Russian Federation, the analysis of the causes and consequences of fires. The authors developed an automatic fire extinguishing system in high-risk areas of agricultural production. The theoretical justification of the article boils down to the determination of the total flow of extinguishers required for the creation of extinguishing concentration in a given volume or on the surface.

Keywords: fire, dangerous and harmful factors, automatic, fire extinguishing system, agriculture, especially dangerous objects

References

1. **KTIF** — Mezhdunarodnaja asociacija protivopozharnyh i spasatel'nyh sluzhb. URL: <http://pzhproekt.ru/enciklopediya/ktif> (data accessed 23.04.2015).
2. **Poteri** ot pozharov SShA za 2013 god. URL: <http://pzhproekt.ru/stat/nfpa/FireLoss2013.pdf> (data accessed 23.04.2015).
3. **MChS Rossii**. Obstanovka s pozharami i ih posledstvijami na territorii Rossijskoj Federacii za 2013 god. URL: <http://wiki-fire.org/Statistika-pozharov-RF-2013.ashx> (data accessed 23.04.2015).
4. **MChS Rossii**. Obstanovka s pozharami i ih posledstvijami na territorii Rossijskoj Federacii za 2011 god. URL: <http://pzhproekt.ru/stat/mchs/analiz-pozharov-za-2011-god.pdf> (data accessed 23.04.2015).
5. **MChS Rossii**. Obstanovka s pozharami i ih posledstvijami na territorii Rossijskoj Federacii za 2012 god. URL: <http://pzhproekt.ru/stat/mchs/analiz-pojary-2012.pdf> (data accessed 23.04.2015).
6. **Novostnoe agentstvo** ITAR-TASS. URL: <http://itar-tass.com/ural-news/1535197> (data accessed 23.04.2015).
7. **Gorshkov Ju. G., Chetyrkin Ju. B., Egorov A. V.** i dr. Pozharnaja bezopasnost' v agropromyshlennom proizvodstve: uchebnoe posobie dlja studentov vuzov. Cheljabinsk: Cheljab. gos. agroinzhener. un-t, 2009.
8. **Ugolovnyj kodeks** Rossijskoj Federacii s izmenenijami, vnesennymi Postanovlenija Konstitucionnogo Suda RF ot 27.05.2008 N 8-P, ot 13.07.2010 N. 15-P.
9. **GOST 12.1.004—91** POZHARNAJA BEZOPASNOST. URL: http://www.rosteplo.ru/Npb_files/npb_shablon.php?id=843 (data accessed 23.04.2015).
10. **Ukazanija po montazhu** sistemy pozharotushenija s generatorom ogneshashhego ajerozolja "Doping-2"/ OOO "JePOTOS 1". M., 2002.

УДК 614.841; 662.312; 536.37

Р. Ш. Еналеев¹, канд. техн. наук, доц., e-mail: firepredict@yandex.ru,

И. В. Красина¹, д-р техн. наук, проф., **Р. Н. Сабирзянова**¹, асп.,

А. А. Сухова, начальник отдела²; асп.¹, **А. В. Каргин**¹, асп.,

¹ Казанский национальный исследовательский технологический университет

² ОАО "КазХимНИИ"

Прогнозирование пожарной опасности текстильных материалов

Проведен сравнительный анализ отечественных и зарубежных методов оценки огне- и термозащитных свойств текстильных материалов. Сформулированы цель и задачи исследования по совершенствованию инструментальных и расчетных методов прогнозирования пожарной опасности текстильных материалов. Разработана модульная конструкция устройства для испытания материалов на воздействие открытого пламени и теплового излучения. Обоснована техника автоматизированного эксперимента для измерения термодинамических параметров процессов тепло- и массопереноса в покровном текстильном материале и пакете одежды при его интенсивном нагреве и термическом разложении. Предложен системный подход для физико-математического моделирования процессов в элементах системы "тепловой источник — текстильный материал — воздушный зазор — кожный покров биообъекта". Предложены математическая модель и новый универсальный критерий зажигания для

прогнозирования времени задержки воспламенения и температуры поверхности в момент зажигания. Установлена адекватность модели и универсального критерия экспериментальным значениям характеристик зажигания пожароопасных материалов. Показана практическая значимость результатов исследования для прогнозирования зон возгорания материалов одежды и вероятностей возникновения ожогов различной степени тяжести на различных расстояниях от опасных высокотемпературных источников в природных пожарах и техногенных авариях.

Ключевые слова: пожары, методы испытаний, автоматизированный эксперимент, системный подход, зажигание, замедлители горения, моделирование, прогнозирование

Введение

В природных пожарах и техногенных авариях наибольшую опасность для объектов различной физико-химической и биологической природы представляет радиационно-конвективный нагрев. При его воздействии на горючие материалы может произойти их возгорание и образование новых очагов пожара. Наибольшую опасность для человека представляет воздействие радиационно-конвективного нагрева на открытые и защищенные одеждой участки кожного покрова человека.

Исследование закономерностей воспламенения и горения материалов одежды имеет важное практическое значение при проектировании пожароопасных объектов и создании пожаробезопасных материалов на основе их обработки замедлителями горения.

В настоящее время в соответствии с Федеральным законом № 123-РФ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" [1], нормативными документами [2–4] и научно-технической литературой [5] оценка воспламеняемости веществ и материалов проводится по экспериментальным данным. Расчетные методы прогнозирования времени и температуры зажигания полимерных материалов при нестационарном одностороннем нагреве материала в нормативных документах отсутствуют.

В периодических изданиях "AIAA Journal", "Combustion and Flame", "Физика горения и взрыва" и других профильных журналах представлен огромный расчетно-экспериментальный материал по теории теплового зажигания конденсированных систем. Но исследования по зажиганию полупрозрачных гетерогенных пористых систем с физико-химическими превращениями и конденсированными продуктами реакций, к которым относятся текстильные материалы (ТМ), еще не получили должного развития. Результаты таких исследований являются теоретической основой прогнозирования характеристик воспламенения ТМ из природных и синтетических волокон.

Придание негорючести ТМ является необходимым, но недостаточным условием в проблеме тепловой защиты человека в чрезвычайных ситуациях. Степень теплового поражения зависит также и от процесса теплопередачи поглощенной тепловой энергии от покровного слоя через воздушные зазоры и внутренние слои пакета материалов к кожному покрову.

В инструментальных стандартных методах [6, 7] опасность теплового поражения человека под материалами одежды оценивается по однозначной величине приращения температуры имитатора кожи без прогнозирования степени и вероятности термического поражения. Однако в многочисленных исследованиях экспериментально доказано [4, 8], что значение количества тепловой энергии, вызывающей тепловое поражение кожи, зависит от времени воздействия теплового источника. Следовательно, при определении критического значения тепловой энергии должно учитываться время нагрева кожного покрова биообъекта или его имитатора.

Сложность процессов взаимодействия высокоинтенсивных тепловых потоков с элементами системы "тепловой источник — материалы одежды — воздушные зазоры — кожный покров человека" мотивирует применение современных методов в решении различных аспектов проблемы. Наиболее перспективным является применение метода физико-математического моделирования и системного анализа.

Реализация системного подхода в области пожарной опасности возможна в результате применения инструментальных методов и теоретических моделей химической физики, вычислительной теплопередачи, информатики, медицины катастроф.

Таким образом, создание физико-математических моделей и расчетных методов прогнозирования пожарной опасности ТМ и пакетов одежды для защиты и спасения производственного персонала и гражданского населения в чрезвычайных ситуациях является важной социально-экономической проблемой.



1. Стандартные показатели пожарной опасности и методы их определения

Использование единых нормативных показателей по пожарной безопасности ТМ и пакетов из них позволяет достоверно сравнивать и оценивать огне- и термозащитные свойства, получаемые в различных лабораториях.

Ниже приведены основные показатели пожарной опасности и методы их определения.

Группа горючести [3] — классификационная характеристика способности материалов к горению. Определяется на приборе, состоящем из керамической реакционной камеры, газовой горелки и устройства для крепления и позиционирования образца в печи. Для измерения температуры газообразных продуктов горения используется термоэлектрический преобразователь (термопара) с диаметром электродов 0,5 мм.

Перед вводом образца в камеру термопара измеряет температуру продуктов горения газа в горелке (2000 °С). В процессе испытания фиксируется время достижения температуры отходящего газообразных продуктов горения испытуемого материала до 2600 °С. По значениям максимального приращение температуры $\Delta t_{\max} = 600^{\circ}\text{C}$ и потере массы материала $\Delta m = 60\%$ материалы по горючести делят на трудногорючие — $\Delta t_{\max} < 600^{\circ}\text{C}$ и $\Delta m < 60\%$ и горючие — $\Delta t_{\max} \geq 600^{\circ}\text{C}$ и $\Delta m \geq 60\%$.

Горючие материалы в свою очередь подразделяют в зависимости от времени (τ) достижения Δt_{\max} на трудновоспламеняемые — $\tau > 4$ мин; средней воспламеняемости — $0,5 \leq \tau \leq 4$ мин; легковоспламеняемые — $\tau < 0,5$ мин.

Температура воспламенения [3] — наименьшая температура материала, при которой в условиях специальных испытаний материал выделяет пары и газы с такой скоростью, что при воздействии на них источника зажигания наблюдается воспламенение. Метод экспериментального определения температуры воспламенения твердых веществ и материалов реализуется в диапазоне 25...600 °С.

Экспериментальный прибор представляет собой вертикальную электропечь с двумя коаксиально расположенными цилиндрами из кварцевого стекла. Для нагрева цилиндров до 600 °С применяются спиральные электронагреватели. Температуру воспламенения определяют методом последовательных приближений (методом итераций). В начальной стадии алгоритма метод реакционную камеру нагревают до начала термического разложения образца или до 300 °С. Если при температуре испытания образец воспламенится, то испытание прекращают и фиксируют температуру воспламенения. Следующие испытания проводят

с новым образцом при меньшей температуре. И таким образом определяют минимальную температуру образца, при которой за время выдержки в печи не более 20 мин образец воспламенится и будет гореть в течение более 5 с после удаления горелки.

Температура самовоспламенения [3] — наименьшая температура окружающей среды, при которой в условиях специальных испытаний наблюдается самовоспламенение материала. Сущность метода определения температуры самовоспламенения заключается во введении пробы материала в нагретый объем и определении минимальной температуры, при которой наблюдается самовоспламенение.

Температура тления [3], метод определения которой аналогичен методу определения температуры самовоспламенения. Разница состоит только в одном: испытания прекращают не после воспламенения образца, а после начала тления (свечения).

Кислородный индекс [3] — применяется для сравнительной оценки рецептур замедлителя горения, и определяется минимальной концентрацией кислорода в кислородно-азотной смеси, при которой испытываемый материал способен воспламениться и гореть.

Индекс распространения пламени [3] — условный безразмерный показатель, характеризующий способность материала воспламениться, распространять пламя по поверхности и выделять тепло. Значение индекса распространения пламени применяют для классификации материалов по способности распространять пламя.

Легкость воспламенения [9] — минимальное время воздействия пламени газовой горелки на вертикально ориентированные образцы размером 80×80 мм или 200×80 мм до зажигания образца материала. При поверхностном зажигании конец горелки находится на 20 мм выше нижней кромки образца. При зажигании с края конец горелки находится на расстоянии 17 мм под углом 30° к нижней кромке образца. Длительность воздействия пламени до загорания устанавливается по таймеру путем постепенного увеличения воздействия пламени, начиная с 1 с с интервалом в 1 с. Поверхностное зажигание считается состоявшимся, если пламя сохраняется на образце не менее 5 с после удаления источника пламени или если образец горит до верха или до вертикальных краев образца.

Скорость распространения пламени [10]. При определении этого показателя пламя с заданными параметрами от унифицированной горелки в течение определенного времени подают на испытываемую элементарную пробу. В отличие от метода

определения легкости воспламенения в методе определения скорости распространения пламени время воздействия пламени на пробу 5 с. Зажигание, как и в определении легкости воспламенения, считается состоявшимся, если пламя наблюдается на пробе в течение 5 с после удаления источника зажигания. Если зажигание не произошло, то продолжительность воздействия пламени устанавливаются 15 с. Измеряют время (секунды) распространения пламени на определенное расстояние между маркировочными нитями, а также время остаточного горения и время остаточного тления.

Для оценки стойкости ТМ к воздействию теплового излучения используются два критерия — показатель передачи теплоты и коэффициент теплопередачи.

Показатель передачи теплоты (пламени) [6] характеризует устойчивость ТМ покровного слоя пакета материалов к непосредственному воздействию открытого пламени. При определении этого показателя горизонтально расположенный испытуемый образец подвергается воздействию теплового потока плотностью 80 кВт/м^2 , создаваемого пламенем помещенной под ним газовой горелки. Теплоту, проходящую через образец, измеряют с помощью небольшого медного калориметра, расположенного поверх образца и соприкасающегося с ним. Этот показатель пожарной опасности представляет собой целое число, вычисляемое как среднеарифметическое значение продолжительности времени в секундах, необходимого для достижения подъема температуры медного калориметра (имитатора кожи) на $24,0 \pm 0,2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Индекс передачи теплового излучения [7] характеризует устойчивость однослойных и многослойных ТМ, используемых в защитной одежде, к воздействию теплового излучения. Индекс передачи теплового излучения определяется так же, как и показатель передачи теплоты пламени.

Коэффициент теплопередачи [7] определяется как отношение плотности теплового потока, прошедшего через образец, к плотности теплового потока, падающего на образец.

Пороговый импульс облучения (Вт/м^2 , кал/см^2) [4, 8] характеризует количество теплоты, поглощенной единицей поверхности открытой или защищенной одеждой кожи биообъекта и вызывающего ожог II степени.

Анализ стандартных показателей пожарной опасности для оценки последствий воздействия опасных факторов пожара на объекты окружающего пространства очевидно необходимо проводить с учетом распределения интенсивности реальных радиационно-конвективных потоков в пространстве и времени.

Условно можно выделить *три зоны теплового поражения* объектов различной физико-химической и биологической природы вокруг эпицентра аварийного теплового источника — летальную, опасную и безопасную. Границей *летальной зоны* является расстояние от наружной поверхности пламени до центра теплового источника. Вероятность летального исхода в результате радиационно-конвективного нагрева биообъекта в данной зоне приближается к единице.

Опасная зона простирается от поверхности пламени до границы болевого порога. Основным механизмом нагрева в данной зоне является тепловое излучение. Теоретически в каждой точке зоны существует опасность возникновения болевого порога, термического ожога I, II, III, IIIA и IV степеней и летального исхода. В соответствии с теоремой теории вероятностей: для группы перечисленных несовместных событий различной тяжести поражения сумма всех вероятностей возникновения термических ожогов равна единице. С увеличением расстояния от поверхности пламени до границы болевого порога вероятность тяжелых степеней поражения уменьшается, а легких — увеличивается.

В ГОСТ Р 12.3.047—2012 [2] приведены экспериментальные формулы для расчета плотностей теплового потока в зависимости от расстояния от аварийного теплового источника и массы горящего углеводородного топлива для различных аварийных сценариев — пожара-вспышки, пожара пролива, огненного шара, факельного горения. В качестве примера можно привести следующие данные. При горении автоцистерны с 20 т бензина на расстоянии 100 м могут возникнуть ожоги II степени, а при аварийном выбросе 250 тыс. т сжиженного метана — граница болевого порога будет находиться на расстоянии 500 м.

Прогнозирование пожарной опасности включает две компоненты. Первая относится к прогнозированию критических условий воспламенения ТМ (*огнезащита*), вторая — к прогнозированию вероятностей и тяжести возникновения ожогов как открытых, так и защищенных одеждой участков кожного покрова (*термозащита*).

В свою очередь показатели пожарной опасности каждой компоненты зависят от механизмов нагрева, имитирующих реальные условия пожара. Кроме того, необходимо учитывать направленность воздействия опасных факторов на открытые или защищенные участки кожного покрова.

Для реальных сценариев стандартные показатели пожарной опасности: *группа горючести, кислородный индекс, индекс распространения пламени, легкость воспламенения, скорость распространения пламени* могут применяться при оценке



воспламеняемости ТМ от воздействия открытого пламени на участках кожи, защищенной одеждой.

Стандартные показатели *температура воспламенения, температура самовоспламенения, температура тления* определяются в лабораторных условиях, существенно отличающихся от реальных по механизмам нагрева и граничным условиям теплообмена образца с окружающей средой.

Поэтому необходимо разрабатывать методы определения температуры воспламенения, самовоспламенения и тления при нестационарном одностороннем радиационно-конвективном нагреве образцов ТМ.

Практическую важность имеют стандартные показатели пожарной опасности при воздействии теплового излучения в опасной зоне теплового поражения вокруг аварийного теплового источника. К ним можно отнести *пороговый импульс облучения* открытых участков кожи и защищенных материалами пакета одежды, а также *коэффициент теплопередачи* для оценки светоотражающей способности материалов покровного слоя одежды.

Стандартные *показатель передачи теплоты (пламени)* и *индекс передачи теплового излучения* могут применяться только для сравнительных испытаний материалов индивидуальной защиты кожи, так как прогнозируют тепловое поражение по однозначному значению прошедшего теплового импульса без учета времени радиационно-конвективного нагрева.

Таким образом, состояние анализируемой проблемы мотивирует поиск инновационных подходов в обосновании новых критериев прогнозирования огне-и термозащитных свойств ТМ, максимально приближенных к реальным условиям воздействия поражающих факторов пожара. Результаты этих исследований представлены в следующих разделах.

2. Показатели прогнозирования пожарной опасности

В системе стандартов безопасности труда [3] допускается использовать и другие показатели, более детально и системно характеризующие пожароопасность веществ и материалов.

2.1. Критерий зажигания целлюлозных материалов

Зажигание полимерных ТМ представляет собой сложный нестационарный физико-химический процесс. Наиболее важными и наименее изученными процессами интенсивного термического разложения являются объемное испарение, пиролиз и воспламенение продуктов разложения как в газовой, так и в конденсированной фазах.

В математической постановке зажигания таких гетерогенных систем с физико-химическими превращениями предлагаются для каждой стадии свои кинетические и термические характеристики. Для полупрозрачных тел, какими являются целлюлозные материалы, необходимо учитывать объемный нагрев материала за счет излучения. Тогда уравнение закона сохранения энергии можно представить в виде:

$$c\rho(T)\frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x}\left(\lambda\frac{\partial T}{\partial x}\right) + Q_i k_i (1 - \eta_i) \exp\left(-\frac{E_i}{RT}\right) + q_0 \mu \exp(-\mu x), \quad (1)$$

где T — абсолютная температура; λ — коэффициент теплопроводности; k_i — предэкспонент; c — удельная теплоемкость; E_i — энергия активации; R — газовая постоянная; $\rho(T)$ — плотность; μ — коэффициент поглощения; q_0 — значение теплового потока на поверхности; Q_i — тепловой эффект физико-химических превращений; η_i — степень превращения; $i = 1$ — стадия испарения, $i = 2$ — пиролиза, $i = 3$ — химической реакции.

Инвариантный критерий зажигания IC (Invariant Criterion) определяется как отношение скорости роста температуры приповерхностного объема образца $\dot{T}_{chem}(\tau)$, в котором протекают все стадии физико-химических превращений, к скорости роста температуры поверхности химически инертного тела $\dot{T}_{iner}(\tau)$:

$$IC = \frac{\dot{T}_{chem}(\tau)}{\dot{T}_{iner}(\tau)}. \quad (2)$$

Критическое значение критерия IC , адекватное экспериментальным данным, инвариантно к динамике и механизму нагрева, видам топлива и т. п. Этим и определяется название критерия.

В работе [11] критерий (2) впервые предложен для прогнозирования характеристик воспламенения ТМ при воздействии теплового излучения.

В тепловой теории зажигания конденсированных систем основными характеристиками являются время и температура зажигания. Данные характеристики можно прогнозировать с помощью универсального критерия (2) и математической модели (1), если известны теплофизические и оптико-геометрические свойства испытуемых материалов.

Адекватность расчетных характеристик можно дополнительно проверить экспериментально на установке радиационного нагрева с измерением поверхностной температуры и появления пламени с дальнейшей автоматизированной записью и обработкой данных на измерительном устройстве.

2.2. Критерий критической температуры кожного покрова

Для расчета температурного профиля во всех структурных слоях кожи в работе [12] впервые предложена модель на основе классического закона Фурье:

$$c_i \rho_i \frac{\partial t(x_i, \tau)}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\lambda_i(t) \frac{\partial t(x_i, \tau)}{\partial x_i} \right) + q_0 \mu e^{-\mu x_i}, \quad (3)$$

здесь $i = 1$ — эпидермис, $i = 2$ — дерма, $i = 3$ — подкожная ткань; $\lambda_i(t)$, c_i , ρ_i — коэффициенты теплопроводности, удельной теплоемкости и плотности структурных слоев кожи соответственно.

В качестве примера распределения температуры в структурных слоях кожного покрова на рис. 1 представлены результаты вычислительного эксперимента по расчету температурного поля кожного покрова для значения вероятности 0,5, полученные при временах облучения 6,7; 10; 21 и 30 с и индексе облучения $I = 200$ [(кВт/м²)^{4/3}·с].

Как видно из рис. 1, независимо от времени нагрева на глубине кожи 0,36 мм от поверхности температура принимает одинаковые значения с отклонением не более 0,1 °С. Аналогичная картина наблюдается для значений вероятности 0,05; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 0,95. Следовательно, при одинаковых индексах облучения температуры кожного покрова на глубине 0,36 мм также получают равными независимо от времени нагрева. Поэтому значения этих температур могут быть приняты в качестве инвариантного к скорости нагрева температурного критерия возникновения ожогов II степени с различной вероятностью в отличие от различных критических значений температуры основного слоя кожи на глубине 0,08 мм [13].

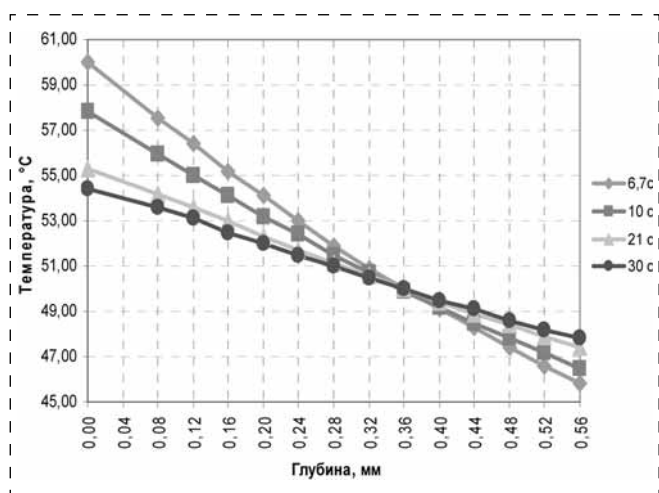


Рис. 1. Температурное поле в структурных слоях кожного покрова при возникновении ожога II степени с вероятностью 0,5

2.3. Вероятностная модель прогнозирования термических ожогов

Прогнозирование вероятностей как поверхностных, так и глубоких тепловых поражений основывается на причинно-следственной связи между термодинамическими и медицинскими критериями поражения [12]. Для этих целей применяют так называемые пробит-функции, которые нормируют случайную величину дозы поражения в единицы стандартного отклонения [14]:

$$Pr = a + b(\ln I), \quad (4)$$

где a и b — коэффициенты, идентифицируемые в экспериментах по воспроизведению ожогов; I — индекс облучения, впервые предложенный в работе [15],

$$I = q^{4/3} \tau, \quad (5)$$

здесь q — плотность постоянного теплового потока; τ — время воздействия облучения.

Практически важным свойством индекса облучения (5) является его инвариантность ко времени воздействия в диапазоне 1...30 с [16].

Пробит-функция (4) является статистической регрессионной моделью и представляет собой линейную зависимость между единицами стандартного отклонения случайной величины дозы (нормированное значение) от логарифма индекса.

2.4. Прогнозирование вероятностей термических ожогов

В зарубежных стандартах теплозащитные свойства материалов оцениваются при воздействии открытого пламени [6] и теплового излучения [7]. В качестве критерия поражения используется определенное значение приращения температуры имитатора кожи. При этом стандарт [6] предназначен для испытаний покровного слоя одежды, находящегося в плотном контакте с имитатором, а [7] — как однослойных, так и многослойных пакетов материалов. В обоих методах в качестве имитатора применяется медный калориметр толщиной 1,6 мм. За критерий поражения принимается ожог с неопределенной степенью поражения и с неизвестной вероятностью при приращении температуры имитатора кожи на $24 \pm 0,2$ °С.

Данные методы могут быть использованы только для сравнительных испытаний по двум причинам. Во-первых, постоянное приращение температуры калориметра соответствует постоянному пороговому импульсу. А он, как известно, зависит от времени экспозиции [4, 16]. Во-вторых, данный метод не прогнозирует ни степени поражения, ни вероятности ее возникновения.



Поэтому при прогнозировании вероятностей массовых тепловых поражений различных степеней тяжести предлагается принципиально другой подход. Идея подхода прогнозирования вероятностей для заданной степени термического ожога как за покровным слоем, так и под пакетом одежды основана на последовательном выполнении нескольких этапов.

На первом этапе с применением автоматизированного измерительного устройства в памяти ПЭВМ записываются данные по динамике изменения температуры имитатора кожи (калориметра).

На втором этапе зависимость температуры от времени аппроксимируется линейными участками с различными интервалами по времени с наперед заданной точностью. На каждом участке по специальной программе рассчитываются плотность теплового потока по формуле

$$q = \frac{McR_T}{A}, \quad (6),$$

где M — масса медного диска, кг; c — удельная теплоемкость меди, равная 0,385 кДж/(кг·К); R_T — скорость подъема температуры, °С; A — площадь диска, м².

В той же программе предусмотрен расчет индекса облучения I для переменной плотности теплового потока по алгоритму, предложенному в работе [17].

На третьем этапе для заданной пробит-функции по формуле (4) рассчитывается пробит и по специальным таблицам [14] — вероятность поражения. Для автоматизированного измерения термодинамических параметров и их обработки при различных механизмах нагрева материалов сконструировано и изготовлено специальное автоматизированное измерительное устройство.

3. Комплексная инструментальная оценка пожарной опасности

Коллективом специалистов ВНИИПО МЧС России предлагается комплексная оценка огнезащитной эффективности рабочей одежды [18]. Основными показателями в комплексном подходе являются:

- воспламеняемость;
- устойчивость к непосредственному воздействию открытого пламени;
- устойчивость к воздействию лучистого теплового потока.

Для оценки воспламеняемости к воздействию открытого пламени может использоваться критерий легкости воспламенения [9], для оценки устойчивости к воздействию теплового потока — пороговый импульс [4], критическая температура

основного слоя кожи [13] или инвариантная температура на расстоянии 0,36 мм от поверхности кожи.

С учетом рекомендаций [18] в части унификации отдельных методов испытаний в данной работе предлагается унифицировать и измерительные устройства различных методов испытаний. С этой целью разработан автоматизированный модуль для измерения термодинамических параметров процессов взаимодействия различных поражающих факторов пожаров на открытые и защищенные одеждой участки кожного покрова человека. Предлагаемый подход уменьшает относительные ошибки измерения сравниваемых параметров за счет применения одних и тех же датчиков температуры, аналого-цифровых преобразователей (АЦП) и программного вычислительного комплекса. Кроме того, основным преимуществом автоматизации эксперимента является возможность представления изменения динамики термодинамических параметров и программного расчета критериев зажигания покровного слоя материала, критической температуры кожи и вероятности теплового поражения кожного покрова по пробит-функциям.

Конструкция измерительного модуля схематично приведена на рис. 2. Образец материала 1 с помощью пластины 2 прижимается к несущей пластине 7. К этой же пластине крепится калориметр 4 на фиброцементном кольце 5. При сборке модуля на штифтах 8 между несущей пластиной и фиброцементным кольцом монтируется вставка 9. С помощью вставки создается воздушный зазор между тыльной поверхностью покровного слоя и калориметром. При отсутствии вставки материал находится в плотном контакте с калориметром.

При оценке воспламеняемости по стандартам [9, 10] и критерия зажигания (2) сборка деталей 4–6, 9 снимается со штифтов, а образец ткани крепится на иглах (3) несущей пластины.

С помощью универсального модуля можно измерять "коэффициент теплопередачи" и "индекс передачи теплового излучения" по стандартам [6, 7] соответственно. Температура калориметра измеряется медьконстантановой микротермопарой 6 толщиной 60 мкм. Для получения дополнительной информации можно измерять температуру фронтальной и тыльной поверхности покровного слоя, а также температуру газовой фазы. Положение газовой горелки не изображено. Схема автоматизированной записи показаний термопар и обработка результатов измерения показана на рис. 3.

Аналого-цифровой преобразователь, изготовленный фирмой L-Card, имеет восемь измерительных каналов. Частота опроса датчиков может изменяться до 400 Гц. В вычислительном

комплексе по специальной программе обрабатываются результаты измерений и рассчитываются тепловые потоки.

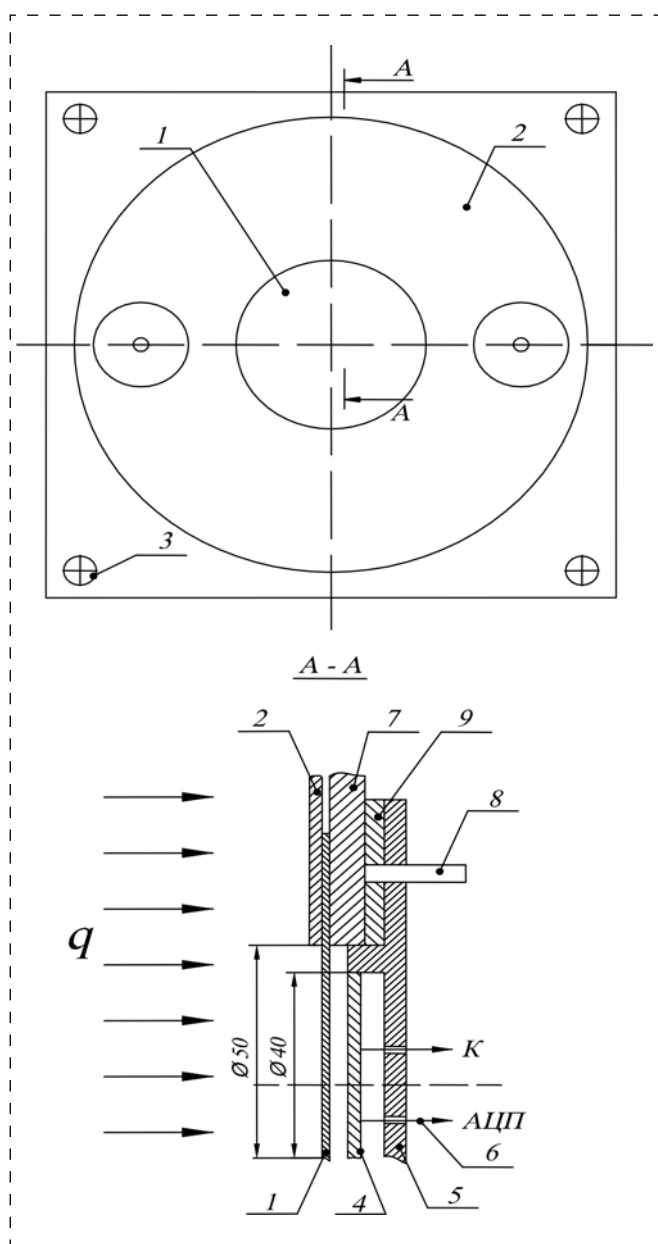


Рис. 2. Схема измерительного модуля:
1 — образец ткани; 2 — прижимная пластина; 3 — крепление для игл; 4 — калориметр; 5 — фиброцементное кольцо; 6 — микротермопара; 7 — несущая пластина; 8 — направляющие штифты; 9 — вставка

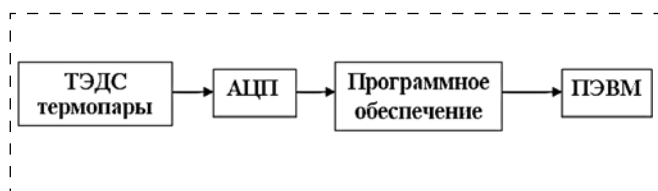


Рис. 3. Схема автоматизированного эксперимента

4. Практический пример

Ниже представлены результаты сравнительных испытаний различных ТМ покровного слоя пакета одежды фильтрующего и изолирующего типов. В качестве объектов исследования выбраны негорючий материал типа Nomex, светоотражающий материал для пожарных формирований, целлюлозный и прорезиненный ТМ с замедлителями горения, многослойный композиционный изолирующий материал ЛТЛ-1-2 с широким спектром защитных свойств, разработанный в ОАО "КазХимНИИ" для персонала аварийно-спасательных формирований.

Результаты испытаний материалов на радиационной панели при плотности теплового потока излучения 40 кВт/м^2 и времени экспозиции 10 с показаны на рис. 4.

Как видно из рис. 4, материал ЛТЛ-1-2 превосходит испытанные материалы по огне- и термозащитным свойствам при заданных условиях нагрева. Прогнозирование вероятностей термических ожогов показывает, что под негорючим материалом из синтетических волокон могут возникнуть ожоги II и III степеней, а для материала ЛТЛ-1-2 — достигается порог болевого ощущения (см. раздел 2.4).

Таким образом, автоматизация инструментальных методов, комплексный подход в оценке огне- и теплозащитных свойств ТМ и применение статистических моделей расширяет возможности отечественной и зарубежной нормативной базы в части оперативного прогнозирования пожарной опасности горючих материалов в чрезвычайных ситуациях.

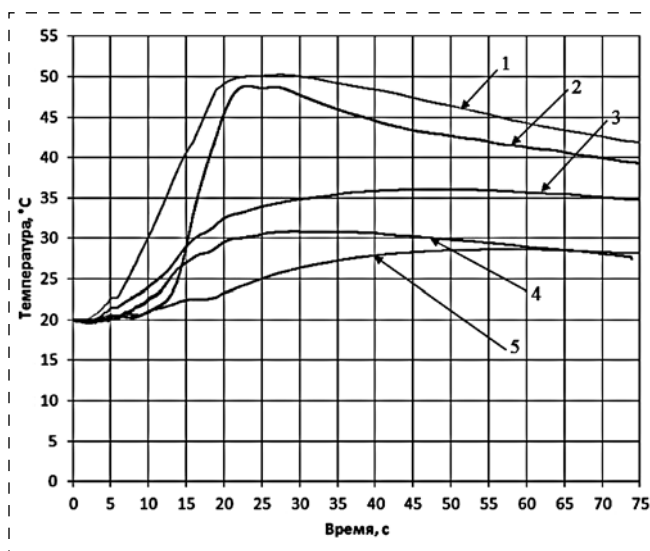


Рис. 4. Изменение температуры имитатора кожи за защитными материалами с зазором 5 мм:

1 — негорючий материал из синтетических волокон (Termofort); 2 — хлопок-полиэфирная ткань арт. 99/2 ЮГ; 3 — ткань арт. 99/2 ЮГ с замедлителем горения; 4 — серийно выпускаемый светоотражающий материал для пожарных (Термит); 5 — изолирующий материал ЛТЛ-1-2



Список литературы

1. **Федеральный закон** РФ от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности". Принят ГД ФС РФ от 04.07.2008 г.
2. **ГОСТ Р 12.3.047—2012** Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
3. **ГОСТ 12.1.044—89**. Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов.
4. **ASTM Standard D 4108**. Standard test method for thermal protective performance of material for clothing by open flame method // American society for testing and materials. — Philadelphia, PA. 1994.
5. **Сафонов В. С., Одишария Г. Э., Швыряев А. А.** Теория и практика анализа риска в газовой промышленности. — М.: НУМЦ Минприроды России, 1996. 256 с.
6. **ISO 9151:1995** Textiles-Protective clothing. Part 1. Method of determining of heat transmission on exposure to flame.
7. **ISO 6942:2003** Textile fabrics — Burning behaviour — Evaluation of materials and material assemblies when exposed to a source of radiant heat.
8. **Stoll A. M., Greene L. C.** Relationship between pain and tissue damage due to thermal radiation // J. Appl. Physiol. — 1959. — Vol. 14. — P. 373—375.
9. **ISO 6940:2004** Textile fabrics — Burning behaviour — Determination of ease of ignition of vertically oriented specimens.
10. **ISO 6941:2003** Textile fabrics — Burning behaviour — Measurement of flame spread properties of vertically oriented specimens.

11. **Enalejev R. Sh.** Modeling of the fabrics ignition // Proceedings of 4th Fire Behavior and Fuels Conference, July 1—4, 2013, St. Petersburg, Published by the International Association of Wildland Fire, Missoula, Montana, USA, 2014. — P. 394—410.
12. **Прогнозирование** санитарных потерь от воздействия теплового излучения в чрезвычайных ситуациях / Р. Ш. Еналеев, Э. Ш. Теляков, А. М. Закиров, Ю. С. Чистов, Г. М. Закиров // Безопасность жизнедеятельности. 2011. № 1. С. 36—41.
13. **Henriques F. C., Moritz A. R.** Studies of thermal injury. I. The conduction of heat to and through skin and the temperatures attained therein. A theoretical and experimental investigation // Am. J. Pathol. — 1947. — Vol. 23. — P. 531—549.
14. **Бессмертный Б. С.** Математическая статистика в клинической профилактической и экспериментальной медицине. — М.: Медицина, 1967. — 303 с.
15. **Eisenberg N. A.** A simulation for assessing resulting from marine spills. NTIS ADA-105-245, 1975.
16. **Stoll A. M., Chianta M. A.** Method and Rating System for Evaluation of Thermal Protection // Aerospace Medicine. — 1969. — Vol. 40. — P. 1232—1238.
17. **Опасность** поражения человека при динамическом нагреве / Р. Ш. Еналеев, Э. Ш. Теляков, Г. М. Закиров, Ю. С. Чистов, Л. Э. Осипова // Безопасность жизнедеятельности. 2011. № 8. С. 50—56.
18. **Баратов А. Н., Константинова Н. Н., Молчадский И. С.** Пожарная опасность текстильных материалов. — М.: Пожнаука, 2006. — 273 с.

R. Sh. Enalejev¹, Associate Professor, e-mail: firepredict@yandex.ru, **I. V. Krasina**¹, Professor, **R. N. Sabirzyanova**¹, Postgraduate, **A. A. Sukhova**, Head of Department², Postgraduate¹, **A. V. Kargin**¹, Postgraduate

¹ Kazan National Research Technological University

² Kazan State Chemical Scientific Research Institute

Prediction of Fire Hazard for Textile Fabrics

The comparative analysis of domestic and foreign methods is conducted on the assessment of fire — and heat-resistant properties of textile fabrics. The purpose and the research tasks are formulated to improve the instrumental and calculation methods of fire hazard prediction for textile fabrics. The modular facility construction is developed to test fabrics on the exposure of open flame and thermal radiation. An automated experiment technique is proved to measure the thermodynamic parameters of heat and mass transfer in textile fabrics under intensive heating and their thermal decomposition. A systematic approach is offered for physical and mathematical modeling of processes in a "heat source — textile fabrics — air gap — skin of biological object" system. A mathematical model and a new universal ignition criterion to predict ignition time delay and a surface temperature at the ignition moment are proposed. It was established that the model and the universal criterion are adequate to the experimental data of ignition characteristics of flammable fabrics. The investigation results to predict fire hazard zones to clothing around high-temperature sources at natural fires and technogenic accidents are of considerable practical importance. The practical importance of study results for predicting of ignition zones of clothes materials, probabilities of burns of varying severity at various distances from dangerous high-temperature sources in natural fires and technogenic accidents is shown.

Keywords: fires, test methods, automated experiment, system approach, ignition, combustion retarder, modeling, predicting

References

1. **Federal'nyj zakon** RF ot 22.07.2008 g. № 123-FZ Tekhnicheskij reglament o trebovaniyakh pozharной bezopasnosti. Prinyat GD FS RF ot 04.07.2008.
2. **GOST R 12.3.047—2012** Sistema standartov bezopasnosti truda. Pozharnaja bezopasnost' tehnologicheskikh processov. Obshhie trebovanija. Metody kontrolja.
3. **GOST 12.1.044—89**. Pozharovzryvobezopasnost veschestv i materialov.
4. **ASTM Standard D 4108**. Standard test method for thermal protective performance of material for clothing by open flame method. *American society for testing and materials*. — Philadelphia, PA. 1994.

5. **Safonov V. S., Odishariya G. E., Shvyryaev A. A.** Teoriya i praktika analiza riska v gazovoy promyshlennosti. M.: NUMC Minprirody Russia, 1996. 256 p.
6. **ISO 9151:1995** Textiles- Protective clothing. Part 1. Method of determining of heat transmission on exposure to flame.
7. **ISO 6942:2003** Textile fabrics — Burning behaviour — Evaluation of materials and material assemblies when exposed to a source of radiant heat.
8. **Stoll A. M., Greene L. C.** Relationship between pain and tissue damage due to thermal radiation. *J. Appl. Physiol.* 1959. Vol. 14. P. 373—375.
9. **ISO 6940:2004** Textile fabrics — Burning behaviour — Determination of ease of ignition of vertically oriented specimens.
10. **ISO 6941:2003** Textile fabrics — Burning behaviour — Measurement of flame spread properties of vertically oriented specimens.
11. **Enalejev R. Sh.** Modeling of the fabrics ignition. *Proceedings of 4th Fire Behavior and Fuels Conference, July 1—4, 2013, St. Petersburg.* Published by the International Association of Wildland Fire, Missoula, Montana, USA, 2014. P. 394—410.
12. **Enalejev R. Sh., Telyakov E. Sh., Zakirov A. M., Chistov Yu. S., Zakirov G. M.** Prognazirovanie sanitarnykh poter ot vozdeystviya teplovogo izlucheniya v cherezvychaynykh situatsiyakh. *Bezopasnost' Zhiznedejtelnosti.* 2011. N. 1. P. 36—41.
13. **Henriques F. C., Moritz A. R.** Studies of thermal injury. I. The conduction of heat to and through skin and the temperatures attained therein. A theoretical and experimental investigation. *Am. J. Pathol.* 1947. Vol. 23. P. 531—549.
14. **Bessmertnyi B. S.** Matematicheskaya statistika v klinicheskoj, profilakticheskoy i eksperimental'noj medicine. M.: Mescicina, 1967. 303 p.
15. **Eisenberg N. A.** A simulation for assessing resulting from marine spills. NTIS ADA-105-245, 1975.
16. **Stoll A. M., Chianta M. A.** Method and Rating System for Evaluation of Thermal Protection. *Aerospace Medicine.* 1969. Vol. 40. P. 1232—1238.
17. **Opasnost' porazheniya cheloveka pri dinamicheskom nagreve / R. Sh. Enaleev, Je. Sh. Teljakov, G. M. Zakirov, Ju. S. Chistov, L. Je. Osipova // Bezopasnost' zhiznedejtelnosti.** 2011. № 8. P. 50—56.
18. **Baratov A. N., Konstantinova N. N., Molchadskiy I. S.** Pozharnaya opasnost' tekstilnykh materialov. M.: Pozhnauka, 2006. 273 p.

ОБРАЗОВАНИЕ EDUCATION

УДК 378.14

Е. Н. Симакова, канд. пед. наук, доц., e-mail: simakova_en@mail,
Н. А. Гапонюк, доц., Московский государственный технический университет
им. Н. Э. Баумана, **О. Н. Шалпегин**, канд. филол. наук, доц.,
Московский государственный гуманитарный университет им. М. А. Шолохова

Актуализация ФГОС ВО по направлению "Техносферная безопасность" с учетом требований профессиональных стандартов

Проанализированы основные нормативно-правовые акты, регламентирующие системность подхода к созданию в РФ профессиональных стандартов. Определены нормативно-правовые акты, регламентирующие внесение изменений в действующие ФГОС ВО. Выявлены профессиональные стандарты, сопряженные с направлением подготовки "Техносферная безопасность", определена степень их разработки. Проведена оценка соответствия трудовых функций профессиональных стандартов специалиста в области охраны труда, специалиста по экологической безопасности (в промышленности) и профессиональных задач выпускников направления "Техносферная безопасность" (бакалавриат, магистратура). Оценена возможная степень изменений действующих ФГОС ВО по направлению "Техносферная безопасность". Определен масштаб возможных изменений основных образовательных программ вузов.

Ключевые слова: профессиональный стандарт, образовательный стандарт, обобщенная трудовая функция, уровень квалификации, профессиональные задачи

В 2007 г. в РФ началась работа по созданию нового поколения образовательных стандартов, в том числе в рамках высшей школы. Уже тогда речь шла о том, что основой для создания подобных нормативных

актов должны быть не только требования Единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов, но и абсолютно новые документы — профессиональные стандарты.



Однако только с 2012 г. подход к созданию профессиональных стандартов становится системным, упорядоченным, закрепленным на уровне нормативно-правовых актов, в том числе высшей юридической силы:

— 3 декабря 2012 г. вступил в силу Федеральный закон № 236-ФЗ "О внесении изменений в Трудовой Кодекс Российской Федерации и статью 1 Федерального закона "О техническом регулировании" [1]. В ТК РФ была внесена новая Статья 195.1 "Понятия квалификации работника, профессионального стандарта", в которой определено следующее:

"Квалификация работника — уровень знаний, умений, профессиональных навыков и опыта работы. Профессиональный стандарт — характеристика квалификации, необходимой работнику для осуществления определенного вида профессиональной деятельности. Порядок разработки, утверждения и применения профессиональных стандартов, а также установления тождественности наименований должностей, профессий и специальностей, содержащихся в едином тарифно-квалификационном справочнике работ и профессий рабочих, едином квалификационном справочнике должностей руководителей, специалистов и служащих, наименованиям должностей, профессий и специальностей, содержащихся в профессиональных стандартах, устанавливается Правительством Российской Федерации с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений" [1];

— 29 ноября 2012 г. выходит Распоряжение Правительства РФ № 2204-р "Об утверждении плана разработки профессиональных стандартов на 2012—2015 годы";

— 31 марта 2014 г. выходит Распоряжение Правительства РФ № 487-р "О комплексном плане мероприятий по разработке профессиональных стандартов, их независимой профессионально-общественной экспертизе и применению на 2014—2016 годы";

Параллельно с вступлением в силу нормативно-правовых актов, определяющих сущность понятия "профессиональный стандарт", регламентирующих процедуру их разработки, внедрения, принимаются государственные документы, устанавливающие четкую взаимосвязь профессиональных стандартов с образовательными стандартами:

— Статья 11 "Федеральные государственные образовательные стандарты и федеральные государственные требования. Образовательные стандарты" Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации" пунктом 7 декларирует: "при формировании федеральных государственных образовательных

стандартов профессионального образования учитываются положения соответствующих профессиональных стандартов" [1];

— 5 августа 2013 г. вступило в силу Постановление Правительства РФ № 661 "Об утверждении правил разработки, утверждения Федеральных государственных образовательных стандартов и внесения в них изменений" [1];

— Приказ Минтруда России от 12 апреля 2013 № 148н "Об утверждении уровней квалификации в целях разработки проектов профессиональных стандартов" ввел уровни квалификации (с 1-го по 9-й, определяемые полномочиями и ответственностью, характером умений и знаний) и установил их связь с конкретным уровнем образования;

— Методические рекомендации по актуализации действующих ФГОС ВО с учетом принимаемых профессиональных стандартов (утв. Министерством образования и науки РФ 22 января 2015 г. № ДЛ-2/05 вн).

Поскольку все ФГОС ВО были разработаны еще до вступления в силу профессиональных стандартов, появилась необходимость внести в них соответствующие коррективы. Минобрнауки России предложило вносить изменения только в стандарты, которые в настоящее время прошли регистрацию в Минюсте России. Это практически все стандарты аспирантуры (адъюнктуры) и ряд стандартов бакалавров, магистров и специалистов. Предложенная Минобрнауки РФ дорожная карта актуализации ФГОС ВО (с учетом принимаемых профессиональных стандартов) состоит из следующих пошаговых мероприятий:

— Шаг 1. Отбор утвержденных профессиональных стандартов, которые в полной мере или частично соответствуют заявленной характеристике профессиональной деятельности выпускников соответствующего направления подготовки ФГОС ВО;

— Шаг 2. Актуализация характеристики профессиональной деятельности выпускника, содержащейся во ФГОС ВО;

— Шаг 3. Актуализация требований к результатам освоения основных образовательных программ (компетенций) соответствующих направлений подготовки ФГОС ВО;

— Шаг 4. Утверждение предлагаемых изменений во ФГОС ВО с учетом положений профессиональных стандартов.

Проведенный на первом этапе анализ как уже утвержденных Приказами Минтруда России (на 01.02.2015 г. количество утвержденных профессиональных стандартов — 310), так и проектов разработанных профессиональных стандартов, определил круг документов, сопряженных по характеристике профессиональной деятельности с выпускниками направления 20.03.01

"Техносферная безопасность" (бакалавриат), 20.04.01 "Техносферная безопасность" (магистратура). Перечень сопряженных профессиональных стандартов представлен в табл. 1.

Учитывая вышесказанное, раздел III ФГОС ВО по направлению 20.03.01 "Техносферная безопасность" (бакалавриат) и раздел III ФГОС ВО по направлению 20.04.01 "Техносферная безопасность" (магистратура) будет дополнен пунктом 3.7 следующего содержания:

"3.7. ФГОС ВО учитывает положения следующих профессиональных стандартов:

3.7.1. 40.054 "Специалист в области охраны труда";

3.7.2. 40.056 "Специалист по противопожарной профилактике";

3.7.3. — "Специалист в области обеспечения безопасности труда в строительстве";

3.7.4. — "Специалист по экологической безопасности (в промышленности)";

3.7.5. — "Специалист по промышленной безопасности";

3.7.6. — "Специалист по промышленной безопасности нефтегазового производства";

Последние четыре пункта будут внесены по мере принятия проектов и регистрации в Минюсте.

Следующий этап актуализации стандартов высшего образования непосредственно связан с приведением в соответствие характеристик профессиональной деятельности выпускника (области профессиональной деятельности, объектов профессиональной деятельности, видов профессиональной деятельности и профессиональных задач), содержащихся во ФГОС ВО, с заявленными в профессиональных стандартах обобщенными трудовыми функциями.

Рассмотренные выше профессиональные стандарты (см. табл. 1) задают отдельные виды и конкретные цели профессиональной деятельности, связанные с отдельными вопросами обеспечения безопасности (табл. 2).

ФГОС ВО по направлению "Техносферная безопасность" [2] задает характеристику профессиональной деятельности выпускников (единую для бакалавров и магистров) в виде области и объектов профессиональной деятельности:

"п. 4.1. Область профессиональной деятельности бакалавров включает в себя обеспечение безопасности человека в современном мире, формирование

Таблица 1

Профессиональные стандарты, сопряженные со всеми уровнями подготовки направления "Техносферная безопасность"

№ п/п	Код профессионального стандарта	Наименование профессионального стандарта	Статус
1	40.054	Специалист в области охраны труда	Приказ Минтруда России от 04.08.2014 N 524н "Об утверждении профессионального стандарта "Специалист в области охраны труда" (Зарегистрировано в Минюсте России 20.08.2014 № 33671)
2	40.056	Специалист по противопожарной профилактике	Приказ Минтруда России от 28.10.2014 N 814н "Об утверждении профессионального стандарта "Специалист по противопожарной профилактике" (Зарегистрировано в Минюсте России 21.11.2014 № 34822)
3	—	Специалист в области обеспечения безопасности труда в строительстве	Проект Приказа Минтруда России "Об утверждении профессионального стандарта "Специалист в области обеспечения безопасности труда в строительстве" (по состоянию на 01.10.2014) (подготовлен Минтрудом России)
4	—	Специалист по экологической безопасности (в промышленности)	Проект Приказа Минтруда России "Об утверждении профессионального стандарта специалиста по экологической безопасности (в промышленности)" (по состоянию на 08.10.2013) (подготовлен Минтрудом России)
5	—	Специалист по промышленной безопасности	Проект Приказа Минтруда России "Об утверждении профессионального стандарта специалиста по промышленной безопасности" (по состоянию на 24.10.2013) (подготовлен Минтрудом России)
6	—	Специалист по промышленной безопасности нефтегазового производства	Проект "Профессионального стандарта "Специалист по промышленной безопасности нефтегазового производства" (по состоянию на 13.05.2014) (подготовлен Минтрудом России)



Таблица 2

Сводная таблица основных видов и целей профессиональной деятельности

№ п/п	Наименование профессионального стандарта	Основной вид профессиональной деятельности	Основная цель вида профессиональной деятельности
1	Специалист в области охраны труда	Деятельность по планированию, организации, контролю и совершенствованию управления охраной труда	Профилактика несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, снижение уровня воздействия (устранение воздействия) на работников вредных и (или) опасных производственных факторов, уровней профессиональных рисков
2	Специалист по противопожарной профилактике	Противопожарная профилактика в промышленности, строительстве и на транспорте	Обеспечение пожарной безопасности организаций, зданий, сооружений, транспорта
3	Специалист в области обеспечения безопасности труда в строительстве	Организация функционирования системы обеспечения безопасности труда в строительстве	Управление профессиональными рисками, предупреждение профессиональных заболеваний и несчастных случаев при выполнении работ в промышленном и гражданском строительстве
4	Специалист по экологической безопасности (в промышленности)	Обеспечение соответствия природоохранной деятельности предприятия нормативным требованиям	Создание комплекса организационных и технических мер, направленных на обеспечение соответствия природоохранной деятельности предприятия нормативным требованиям, минимизация негативного воздействия промышленности на окружающую среду.
5	Специалист по промышленной безопасности	Обеспечение промышленной безопасности на опасных производственных объектах	Обеспечить состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий
6	Специалист по промышленной безопасности нефтегазового производства	Обеспечение промышленной безопасности в организации	Организация и контроль выполнения требований промышленной безопасности (далее — ПБ) в организации нефтегазовой отрасли

комфортной для жизни и деятельности человека техносферы, минимизацию техногенного воздействия на природную среду, сохранение жизни и здоровья человека за счет использования современных технических средств, методов контроля и прогнозирования";

"п. 4.2. Объекты профессиональной деятельности бакалавров: человек и опасности, связанные с человеческой деятельностью; опасности среды обитания, связанные с деятельностью человека; опасности среды обитания, связанные с опасными

Таблица 3

Описание уровней квалификации, соответствующих высшему образованию

Уровень	Показатели уровней квалификации			Основные пути достижения уровней квалификации
	Полномочия и ответственность	Характер умений	Характер знаний	
6	Самостоятельная деятельность, предполагающая определение задач собственной работы и/или подчиненных по достижение цели	Разработка, внедрение, контроль, оценка и корректировка направленной профессиональной деятельности, технологических или методических решений	Применение профессиональных знаний технологического или методического характера, в том числе инновационных. Самостоятельный поиск, анализ и оценка профессиональной информации	Образовательные программы высшего образования — программы бакалавриата
7	Определение стратегии, управление процессами и деятельностью, в том числе инновационной, с принятием решения на уровне крупных организаций или подразделений. Ответственность за результаты деятельности крупных организаций или подразделений	Решение задач развития области профессиональной деятельности и/или организации с использованием разнообразных методов и технологий, в том числе инновационных. Разработка новых методов и технологий	Понимание методологических основ профессиональной деятельности. Создание новых знаний прикладного характера в определенной области. Определение источников и поиск информации, необходимой для развития области профессиональной деятельности и/или организации	Образовательные программы высшего образования — программы магистратуры или специалитета

природными явлениями; опасные технологические процессы и производства; методы и средства оценки опасностей, риска; методы и средства защиты человека и среды обитания от опасностей; правила нормирования опасностей и антропогенного воздействия на окружающую природную среду; методы, средства спасения человека".

В целом, можно говорить о том, что цели рассмотренных профессиональных стандартов совпадают с заявленной в ФГОС ВО по направлению 280700 "Техносферная безопасность" характеристикой профессиональной деятельности.

Приказ Минтруда России от 12.04.2013 № 148-н "Об утверждении уровней квалификации в целях разработки проектов профессиональных стандартов" ввел девять уровней квалификации, определяющих требования к умениям, знаниям, уровню квалификации в зависимости от полномочий и ответственности работника. Обобщенные показатели, характеризующие квалификационный уровень высшего образования — бакалавра, магистра и специалиста любого направления подготовки приведены в табл. 3.

Разработанные профессиональные стандарты, опираясь на установленные Минтрудом России показатели уровней квалификации, задают профессионально-ориентированные требования к выпускникам — будущим работникам разных уровней высшего образования (бакалаврам, магистрам). Единственный проект профессионального стандарта, сориентированный лишь на уровень бакалавриата — это "Специалист в области обеспечения безопасности труда в строительстве".

Трудовые функции рассмотренных профессиональных стандартов (табл. 4) в целом соответствуют видам и задачам профессиональной деятельности бакалавров, магистров по направлению "Техносферная безопасность" и специалистов специальности 280704 "Пожарная безопасность", представленных в соответствующих ФГОС ВО. Это соответствие наглядно представлено в табл. 4 и 5 для профессиональных стандартов "Специалист в области охраны труда" и "Специалист по экологической безопасности (в промышленности)".

Таблица 4

Корреляция трудовых функций профессионального стандарта специалиста в области охраны труда и профессиональных задач выпускников направления "Техносферная безопасность" (бакалавриат, магистратура)

Трудовые функции (в соответствии с профессиональным стандартом)	Сопряженные профессиональные задачи выпускников направления "Техносферная безопасность" (в соответствии с ФГОС ВО)
Бакалавриат (6-й уровень)	
Обобщенные трудовые функции (в соответствии с профессиональным стандартом)	
1. Внедрение и обеспечение функционирования системы управления охраной труда	
Нормативное обеспечение системы управления охраной труда	Участие в разработке нормативно-правовых актов по вопросам обеспечения безопасности на уровне предприятия (организационно-управленческая деятельность)
Обеспечение подготовки работников в области охраны труда	Обучение рабочих и служащих требованиям безопасности (организационно-управленческая деятельность)
Сбор, обработка и передача информации по вопросам условий и охраны труда	Выполнение мониторинга полей и источников опасностей в среде обитания (экспертная, надзорная и инспекционно-аудиторская деятельность)
Обеспечение снижения уровней профессиональных рисков с учетом условий труда	Участие в проектных работах в составе коллектива в области создания средств обеспечения безопасности и защиты человека от техногенных и антропогенных воздействий, разработке разделов проектов, связанных с вопросами безопасности, самостоятельная разработка отдельных проектных вопросов среднего уровня сложности
	Выбор известных методов (систем) защиты человека и среды обитания и ликвидации чрезвычайных ситуаций применительно к конкретным условиям
2. Мониторинг функционирования системы управления охраной труда	
Обеспечение контроля за соблюдением требований охраны труда	Выполнение мониторинга полей и источников опасностей в среде обитания
	Участие в проведении экспертизы безопасности, экологической экспертизы.
Обеспечение контроля за состоянием условий труда на рабочих местах	Выполнение мониторинга полей и источников опасностей в среде обитания
	Участие в проведении экспертизы безопасности, экологической экспертизы



Продолжение табл. 4

Трудовые функции (в соответствии с профессиональным стандартом)	Сопряженные профессиональные задачи выпускников направления "Техносферная безопасность" (в соответствии с ФГОС ВО)
Обеспечение расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний	Участие в деятельности по защите человека и среды обитания на уровне предприятия, а также деятельности предприятий в чрезвычайных ситуациях
Магистратура (7-й уровень)	
Обобщенные трудовые функции (в соответствии с профессиональным стандартом) Планирование, разработка и совершенствование системы управления охраной труда	
Определение целей и задач (политики), процессов управления охраной труда и оценка эффективности системы управления охраной труда	Разработка организационно-технических мероприятий в области безопасности и их реализация, организация и внедрение современных систем менеджмента техногенного и профессионального риска на предприятиях и в организациях
Распределение полномочий, ответственности, обязанностей по вопросам охраны труда и обоснование ресурсного обеспечения	Организация деятельности по охране среды обитания на уровне предприятия, территориально-производственных комплексов и регионов, а также деятельности предприятий и региона в чрезвычайных условиях
	Управление небольшими коллективами работников, выполняющих научные исследования

Таблица 5

Корреляция трудовых функций профессионального стандарта специалиста по экологической безопасности (в промышленности) и профессиональных задач выпускников направления "Техносферная безопасность" (бакалавриат, магистратура)

Трудовые функции (в соответствии с профессиональным стандартом)	Сопряженные профессиональные задачи выпускников направления "Техносферная безопасность" (в соответствии с ФГОС ВО)
Бакалавриат (6-й уровень)	
Обобщенные трудовые функции (в соответствии с профессиональным стандартом) Участие в разработке и реализации организационных и технических мероприятий по обеспечению экологической безопасности предприятия.	
Разработка проектов перспективных и текущих планов по обеспечению экологической безопасности предприятия, контроль их выполнения	Участие в деятельности по защите человека и среды обитания на уровне предприятия, а также деятельности предприятий в чрезвычайных ситуациях
	Участие в проектных работах в составе коллектива в области создания средств обеспечения безопасности и защиты человека от техногенных и антропогенных воздействий, разработке разделов проектов, связанных с вопросами безопасности, самостоятельная разработка отдельных проектных вопросов среднего уровня сложности
Участие в проведении экологической экспертизы технико-экономических обоснований, проектов расширения и реконструкции действующих производств, а также создаваемых новых технологий и оборудования, разработке мероприятий по внедрению новой техники	Участие в проведении экспертизы безопасности, экологической экспертизы
	Участие в разработке требований безопасности при подготовке обоснований инвестиций и проектов
	Анализ опасностей техносферы
Осуществление контроля за соблюдением технологических режимов природоохранных объектов, анализ их работы, соблюдение стандартов по экологической безопасности и нормативов, наблюдение за состоянием окружающей среды в районе расположения предприятия	Эксплуатация средств защиты и контроля безопасности
	Проведение контроля состояния средств защиты
	Выполнение мониторинга полей и источников опасностей в среде обитания
Осуществление контроля за соблюдением в подразделениях предприятия действующего экологического законодательства, инструкций, стандартов и нормативов по экологической безопасности, снижение вредного влияния производственных факторов на жизнь и здоровье работников	Выполнение мониторинга полей и источников опасностей в среде обитания
	Участие в деятельности по защите человека и среды обитания на уровне предприятия, а также деятельности предприятий в чрезвычайных ситуациях



Продолжение табл. 5

Трудовые функции (в соответствии с профессиональным стандартом)	Сопряженные профессиональные задачи выпускников направления "Техносферная безопасность" (в соответствии с ФГОС ВО)
Участие в проверке соответствия технического состояния оборудования требованиям экологической безопасности	Проведение контроля состояния средств защиты
Составление технических регламентов, графиков экологического контроля, паспорта, инструкции и другой технической документации в соответствии с требованиями экологической безопасности	Участие в разработке нормативно-правовых актов по вопросам обеспечения безопасности на уровне предприятия
	Участие в деятельности по защите человека и среды обитания на уровне предприятия, а также деятельности предприятий в чрезвычайных ситуациях
Составление установленной отчетности о выполнении мероприятий по экологической безопасности, работа в комиссиях по проведению экологической экспертизы деятельности предприятия	Участие в проведении экспертизы безопасности, экологической экспертизы
	Участие в деятельности по защите человека и среды обитания на уровне предприятия, а также деятельности предприятий в чрезвычайных ситуациях
Выполнение экспериментальных и исследовательских работ по изысканию более эффективных методов производства, отвечающих требованиям экологической безопасности, а также лабораторного контроля производства	Участие в выполнении научных исследований в области безопасности под руководством и в составе коллектива, выполнение экспериментов и обработка их результатов
	Подготовка и оформление отчетов по научно-исследовательским работам
Магистратура (7-й уровень)	
Обобщенные трудовые функции (в соответствии с профессиональным стандартом)	
Разработка текущих и перспективных технических, организационных и экономических мероприятий по обеспечению экологической безопасности предприятия.	
Руководство разработкой и внедрением мероприятий, направленных на выполнение требований экологического законодательства по соблюдению стандартов и нормативов по экологической безопасности, рационального использования природных ресурсов, создания экономики замкнутого цикла при проектировании, строительстве и эксплуатации новых объектов предприятия, а также расширению и реконструкции действующих производств	Организация деятельности по охране среды обитания на уровне предприятия, территориально-производственных комплексов и регионов, а также деятельности предприятий и региона в чрезвычайных условиях
	Участие в решении вопросов рационального размещения новых производств с учетом минимизации неблагоприятного воздействия на среду обитания
	Оптимизация производственных технологий с целью снижения воздействия негативных факторов на человека и окружающую среду
Организация составления перспективных и текущих планов по обеспечению экологической безопасности, осуществление контроля за их выполнением	Расчет технико-экономической эффективности мероприятий, направленных на повышение безопасности и экологичности производства и затрат на ликвидацию последствий аварий и катастроф для принятия обоснованных экономических решений;
Участие в разработке мер по обеспечению экологической чистоты выпускаемой продукции, ее безопасности для потребителей, созданию новых товаров и технологических процессов с улучшенными экологическими характеристиками, обеспечение проведения экологической экспертизы технических, организационных и экономических мероприятий	Инженерно-конструкторское и авторское сопровождение научных исследований в области безопасности и технической реализации инновационных разработок;
	Оптимизация производственных технологий с целью снижения воздействия негативных факторов на человека и окружающую среду
	Расчет технико-экономической эффективности мероприятий, направленных на повышение безопасности и экологичности производства и затрат на ликвидацию последствий аварий и катастроф для принятия обоснованных экономических решений
Разработка нормативных документов предприятия по обеспечению экологической безопасности в соответствии с действующими государственными (региональными), международными и отраслевыми стандартами, обеспечение контроля их выполнения и своевременного пересмотра	Участие в разработке нормативно-правовых актов
	Осуществление взаимодействия с государственными органами исполнительной власти по вопросам обеспечения экологической, производственной, промышленной безопасности, безопасности в чрезвычайных ситуациях
Контроль правильности эксплуатации очистных и защитных сооружений. Разработка мер по предотвращению загрязнения окружающей среды, соблюдению экологических норм, обеспечивающих благоприятные условия труда, а также по предупреждению возможности аварий и катастроф	Расчет технико-экономической эффективности мероприятий, направленных на повышение безопасности и экологичности производства и затрат на ликвидацию последствий аварий и катастроф для принятия обоснованных экономических решений
	Установка (монтаж), наладка, испытания, регулировка, эксплуатация средств защиты от опасностей в техносфере
	Эксплуатация комплексных средств защиты и систем контроля безопасности в техносфере
	Контроль текущего состояния используемых средств защиты, принятие решения по замене (регенерации) средства защиты



Трудовые функции (в соответствии с профессиональным стандартом)	Сопряженные профессиональные задачи выпускников направления "Техносферная безопасность" (в соответствии с ФГОС ВО)
Участие в разработке планов внедрения новой техники, проведении научно-исследовательских и опытных работ по созданию на предприятии экономики замкнутого цикла, основанной на экологически рациональной циркуляции материалов, сбережении и замещении невозобновляемых ресурсов, минимизации, повторном использовании, переработке и утилизации отходов, внедрении малоотходной, безотходной и экологически чистой технологии производства, рациональном использовании природных ресурсов, энергоэффективности технологических процессов	Самостоятельное выполнение научных исследований в области безопасности, планирование экспериментов, обработка, анализ и обобщение их результатов, математическое и машинное моделирование, построение прогнозов
	Формулирование целей и задач научных исследований, направленных на повышение безопасности, создание новых методов и систем защиты человека и окружающей среды, определение плана, основных этапов исследований
	Анализ патентной информации, сбор и систематизация научной информации по теме научно-исследовательской работы
	Выбор метода исследования, разработка нового метода исследования
	Создание математической модели объекта, процесса исследования
	Разработка и реализация программы научных исследований в области безопасности жизнедеятельности
	Планирование, реализация эксперимента, обработка полученных данных, формулировка выводов на основании полученных результатов, разработка рекомендаций по практическому применению результатов научного исследования
Проведение обоснованных расчетов рисков для оценки состояния окружающей среды при реализации предприятием программ по обеспечению экологической безопасности и другим природоохранным мероприятиям	Разработка организационно-технических мероприятий в области безопасности и их реализация, организация и внедрение современных систем менеджмента техногенного и профессионального риска на предприятиях и в организациях
Организация расследование причин и последствий выбросов и сбросов вредных веществ в окружающую среду, подготовка предложений по их предупреждению	Организация деятельности по охране среды обитания на уровне предприятия, территориально-производственных комплексов и регионов, а также деятельности предприятий и региона в чрезвычайных условиях
Руководство разработкой мер по улучшению экологической безопасности предприятия на основе изучения и обобщения передового опыта отечественных и зарубежных предприятий	Организация деятельности по охране среды обитания на уровне предприятия, территориально-производственных комплексов и регионов, а также деятельности предприятий и региона в чрезвычайных условиях;
	Управление небольшими коллективами работников, выполняющих научные исследования
Организация ведения учета показателей, характеризующих состояние окружающей среды, данных экологического мониторинга, документации по ликвидации отходов и прочей информации экологического характера, предоставляемой в распоряжение координатора природоохранной деятельности	Организация деятельности по охране среды обитания на уровне предприятия, территориально-производственных комплексов и регионов, а также деятельности предприятий и региона в чрезвычайных условиях
Работа по созданию на предприятии эффективной системы экологической информации, распространяемой на всех уровнях управления, экологической базы данных, ознакомлению работников предприятия с требованиями законодательных и нормативных актов по экологической безопасности. Участие в разработке программ обучения по экологической безопасности. Обеспечение составления установленной отчетности. Руководство работниками отдела	Обучение управленческого и руководящего состава предприятий и организаций требованиям безопасности
	Организация деятельности по охране среды обитания на уровне предприятия, территориально-производственных комплексов и регионов, а также деятельности предприятий и региона в чрезвычайных условиях
	Управление небольшими коллективами работников, выполняющих научные исследования

Подводя итоги проведенного выше анализа, можно сделать вполне определенные **выводы**.

1. Практически все профили подготовки бакалавров в рамках направления 20.03.01 "Техносферная безопасность" востребованы на сегодняшний день работодателями. Это подтверждается или наличием уже принятых профессиональных стандартов, или наличием проектов профессиональных стандартов.

2. Единственный профиль подготовки бакалавров в рамках направления "Техносферная безопасность", не нашедший отражения ни в одном

принятом на апрель 2015 г. профессиональном стандарте, а также ни в одном проекте профессионального стандарта "Безопасность в чрезвычайных ситуациях". Но, осознавая значимость мероприятий, связанных с прогнозированием и ликвидацией последствий ЧС, и, как следствие, необходимость подготовки высших профессиональных кадров, компетентных в этой области знаний, можно предположить, что соответствующий профессиональный стандарт должен появиться в ближайшее время.

3. Во ФГОС ВО по направлениям 20.03.01 "Техносферная безопасность" (бакалавриат) и 20.04.01 "Техносферная безопасность" (магистратура) разработчиками будут внесены изменения, которые не потребуют значительных переработок основных образовательных программ вузов, осуществляющих подготовку высших профессиональных кадров по вышеуказанным направлениям.

Список литературы

1. **Правовая база** "Консультант Плюс": URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения — 20.04.2015).
2. **Александров А. А., Девисилов В. А., Симакова Е. Н.** Проекты федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по направлению "Техносферная безопасность" // Безопасность в техносфере. — 2013. — № 4. — С. 49 — 70.

E. N. Simakova, Assistant Professor, **N. A. Gaponyk**, Assistant Professor, Bauman Moscow State Technical University,
O. N. Shalpegin, Assistant Professor, Sholohov Moscow State Humanitarian University

Changes Educational Standard in "Technosphere Safety" with Regard to the Requirements of Professional Standards

The main legislative acts regulating the systemic approach to the creation in Russia of professional standards were analyzed. Legislative acts regulating the amending existing Federal state educational standards of higher education were identified. Professional standards associated with the training "Technosphere safety" were identified, the degree of development was determined. Conformity assessment job functions of the professional standards specialist in the field of labour protection, environmental specialist environmental safety (industry), and professional goals the graduates in the training "Technosphere safety" (bachelor, master) was held. The possible extent of changes to existing Federal state educational standards of higher education in the training "Technosphere safety" was estimated. The scale of possible changes in the basic educational programs of higher education institutions was identified.

Keywords: professional standards, educational standard, generalized work function, level of qualification, professional tasks

References

1. **Pravovaja baza** "Konsultant Pljus": URL: <http://www.consultant.ru/> (data accessed 20.04.2014).
2. **Aleksandrov A. A., Devisilov V. A., Simakova E. N.** Proekty federalnyh gosudarstvennyh obrazovatelnyh standartov vysshego obrazovaniya po napravleniju "Tehnosfernaja bezopasnost". *Bezopasnost v tehnosfere*. 2013. N. 4. P. 49—70.

УДК 371.3

М. В. Омельченко, начальник отдела, **М. Е. Норсеева**, науч. сотр.,
e-mail: center_kbg@mail.ru, ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Современные подходы к обучению подрастающего поколения основам безопасности жизнедеятельности

В статье рассматривается необходимость разработки электронных учебников и учебных пособий по предмету "Основы безопасности жизнедеятельности" в качестве одного из ключевых современных подходов к обучению школьников в данной области. Электронные учебники и учебные пособия по ОБЖ должны не только отвечать требованиям, предъявляемым Министерством образования Российской Федерации к учебной литературе, но и реализовываться посредством применения современных технических устройств — гаджетов, являющихся востребованными и популярными среди подрастающего поколения.

Ключевые слова: основы безопасности жизнедеятельности, подрастающее поколение, электронный учебник, электронное учебное пособие, электронное устройство, гаджет, операционная система, информационное воздействие



Одной из наиболее уязвимых социальных групп с точки зрения безопасности жизнедеятельности является подрастающее поколение. Эта уязвимость связана с психофизиологическими особенностями возрастного периода и проявляется, преимущественно, в следующих аспектах:

опасность формирования негативных, нежелательных моделей образа жизни, а также привычек, основанных на искаженной мотивации навыков самоорганизации и планирования своей деятельности, отсутствие предвидения социальных последствий и социальной опасности своих действий;

преобладание форм активного освоения окружающего мира;

расширение социальных взаимосвязей как направленных, в рамках различных детских коллективов при занятии спортом, хобби, самообразовании, так и стихийно складывающихся в социуме — по месту жительства, в транспорте и т. д., что может угрожать созданием опасных ситуаций, вызванных отсутствием навыков безопасного поведения в социуме, неумением предвидеть последствия нежелательных контактов;

большая доля вероятности принятия самостоятельных решений и действий во внезапно возникшей чрезвычайной ситуации природного или техногенного характера (пожар, авария, наводнение и т. д.).

Психологические особенности детей подросткового возраста характеризуются развитием и преобразованием социализации. Преобладающее влияние семьи постепенно заменяется влиянием группы сверстников, выступающей источником референтных норм поведения и получения определенного статуса. Ведущим мотивом поведения подростка является стремление найти свое место среди сверстников. Пытаясь утвердиться в новой социальной позиции, подросток старается перейти в сферу, имеющую социальную значимость. Реализовать свои возросшие возможности, стремление к самостоятельности, удовлетворить потребность в признании со стороны взрослых он может в социально-значимой деятельности, одним из видов которой является школьное обучение.

Подростковый возраст, согласно мнению отечественных ученых в области педагогической психологии и дидактики (Л. С. Выготского [1], И. С. Кона [2], А. Н. Леонтьева [3], Л. Ф. Обуховой [4], С. Л. Рубинштейна [5] и др.), является наиболее восприимчивым для формирования чувства личной и коллективной безопасности, реализации в образовательном процессе программы по формированию ценностных ориентаций в отношении сохранения жизни и здоровья, а также мотивов, побуждающих к повсеместному и постоянному соблюдению норм и правил безопасного поведения. Усвоение норм и правил безопасной жизни в данный возрастной период происходит не как

принятие некоего свода запретов, а на совершенно ином когнитивном уровне, как осознанное, устойчивое качество личности.

С другой стороны, в период становления и закрепления собственной системы ценностей и идеалов подростки более чутко воспринимают всю поступающую извне информацию, без использования "фильтров" сознания. Поэтому в условиях огромного потока информации по вопросам безопасности жизнедеятельности появляется необходимость выделить из этой информации то содержание в определенном объеме, которое необходимо для повышения знаний, умений и навыков, сконцентрировав его в учебниках, пособиях, книгах, журналах, брошюрах и других средствах обучения, информирования и пропаганды.

Принимая во внимание сложность и многообразие этапов процесса формирования безопасности жизнедеятельности у подрастающего поколения, целесообразно говорить о применении технологии подготовки этой категории населения по вопросам защиты от опасностей и угроз различного характера, основу которой будут составлять различные виды педагогических, культурных и информационных воздействий. Данные воздействия направлены на развитие поведенческих мотивов и качеств человека, способностей принятия безопасных решений в повседневной деятельности и быту, привитие знаний, умений и практических навыков по снижению индивидуальных, коллективных и глобальных рисков, выработку морально-психологической устойчивости в условиях опасных и чрезвычайных ситуаций и т. п.

Одним из таких эффективных воздействий является изучение предмета "Основы безопасности жизнедеятельности" (далее — ОБЖ) в рамках школьного курса. Изучение ОБЖ дает возможность подростку на практических занятиях пообщаться к социально-значимой деятельности по усвоению навыков само- и взаимопомощи в чрезвычайных ситуациях, реализовать потребность в признании со стороны взрослых и сверстников в принципиально новой по сравнению с остальными учебными предметами, деятельности. В ходе занятий подростки получают адекватные и социально-одобряемые представления об истинном героизме, степени оправданности риска, проявлении волевых усилий для достижения социально-значимого результата в интересах безопасности личности, человека и общества, об ответственности и чувстве долга.

В курсе ОБЖ, изучаемом в рамках неполного среднего общего образования, одной из важнейших задач, согласно Образовательным стандартам нового поколения, является подготовка обучающихся к осознанному и ответственному выбору жизненного и профессионального пути. Обучающиеся должны научиться самостоятельно ставить цели и

определять пути их достижения, использовать приобретенный в школе опыт деятельности в реальной жизни, в том числе и за рамками учебного процесса.

Общие цели изучения ОБЖ призваны способствовать:

повышению уровня защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от внешних и внутренних угроз (жизненно важные интересы — совокупность потребностей, удовлетворение которых надежно обеспечивает существование и возможности прогрессивного развития личности, общества и государства);

снижению отрицательного влияния человеческого фактора на безопасность личности, общества и государства;

формированию антитеррористического поведения, отрицательного отношения к приему психоактивных веществ, в том числе наркотиков;

обеспечению профилактики асоциального поведения учащихся.

Достижение этих целей обеспечивается решением таких учебных задач, как:

формирование у учащихся современного уровня культуры безопасности жизнедеятельности;

формирование индивидуальной системы здорового образа жизни;

воспитание антитеррористического поведения и отрицательного отношения к психоактивным веществам и асоциальному поведению.

Помимо достижения общих целей обучение ОБЖ в основной школе способствует развитию ряда личностных качеств:

духовных и физических качеств, обеспечивающих защищенность жизненно важных интересов личности от внешних и внутренних угроз;

потребности соблюдать нормы здорового образа жизни, осознанно выполнять правила безопасности жизнедеятельности;

ответственного отношения к сохранению окружающей природной среды, личному здоровью как к индивидуальной и общественной ценности.

Ниже перечислены предметные результаты обучения ОБЖ в основной школе.

1. В познавательной сфере:

знания об опасных и чрезвычайных ситуациях; о влиянии их последствий на безопасность личности, общества и государства; о государственной системе обеспечения защиты населения от чрезвычайных ситуаций; об организации подготовки населения к действиям в условиях опасных и чрезвычайных ситуаций; о здоровом образе жизни; об оказании первой медицинской помощи при неотложных состояниях; о правах и обязанностях граждан в области безопасности жизнедеятельности.

2. В ценностно-ориентационной сфере:

умения предвидеть возникновение опасных ситуаций по характерным признакам их появления,

а также на основе анализа специальной информации, получаемой из различных источников;

умения применять полученные теоретические знания на практике — принимать обоснованные решения и выработать план действий в конкретной опасной ситуации с учетом реально складывающейся обстановки и индивидуальных возможностей;

умения анализировать явления и события природного, техногенного и социального характера, выявлять причины их возникновения и возможные последствия, проектировать модели личного безопасного поведения.

3. В коммуникативной сфере:

умения информировать о результатах своих наблюдений, участвовать в дискуссии, отстаивать свою точку зрения, находить компромиссное решение в различных ситуациях.

4. В эстетической сфере:

умение оценивать с эстетической (художественной) точки зрения красоту окружающего мира; умение сохранять его.

5. В трудовой сфере:

знания устройства и принципов действия бытовых приборов и других технических средств, используемых в повседневной жизни; локализация возможных опасных ситуаций, связанных с нарушением работы технических средств и правил их эксплуатации;

умения оказывать первую медицинскую помощь.

В настоящее время преподавание курса ОБЖ ведется по учебным пособиям различных авторов. Недостатком большинства имеющихся учебников является несоответствие тем ожиданиям, которые предъявляют к ним непосредственные адресаты данного контента — обучающиеся: они мало иллюстрированы, содержат большой объем повествовательного текста. Некоторые учебники ОБЖ практически не содержат живых примеров из повседневной практики, интересных фактов. Ряд учебников не учитывает особенности "клипового" восприятия современным подростком информационного контента, что требует подачи материала небольшими, логически завершенными отрывками, с обязательным смысловым ядром.

Кроме того, в ходе проведения учебного процесса по основам безопасности жизнедеятельности должны быть установлены и зафиксированы междисциплинарные связи с внеурочной деятельностью в интересах формирования культуры безопасности жизнедеятельности, в том числе для того чтобы направлять мотивацию подростков на реализацию своих, присущих их возрасту, стремлений к экстремальной деятельности, к преодолению трудностей.

Конечно, существуют и "качественные" учебники и учебные пособия по предмету ОБЖ, в которых представлены современные подходы к реализации содержания образования, разработке



и апробации новых способов и педагогических технологий подачи материала, соответствующие требованиям к целям и способам подачи учебного материала, установленным новыми стандартами образования. Но, к сожалению, ряд этих учебников на сегодняшний день не может быть внедрен в образовательный процесс вследствие отсутствия их в федеральном перечне учебников, рекомендуемых к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования (далее — федеральный перечень учебников).

Для включения учебников по ОБЖ в федеральный перечень учебников с 1 января 2015 г. необходимо наряду с учебником в печатной форме представлять учебники в электронной форме [6]. Кроме того, учебно-методическое и информационное обеспечение реализации основной образовательной программы основного общего образования должно обеспечиваться на основе современных информационных технологий, путем [7]:

создания электронных приложений учебных пособий, обеспечивающих обучаемым доступ к электронным учебным материалам и образовательным ресурсам Интернета;

укомплектования образовательных организаций учебниками с электронными приложениями, в том числе приложениями для мобильных электронных устройств.

Таким образом, для повышения эффективности обучения подрастающего поколения по предмету ОБЖ путем внедрения в образовательный процесс качественной учебной литературы, выполненной в соответствии со всеми предъявляемыми требованиями, необходимо разрабатывать электронные версии учебников и учебных пособий.

В процессе социализации подрастающего поколения все большую роль играют различные гаджеты — электронные устройства, обладающие широкой функциональностью, с помощью которых можно общаться, играть, обучаться, получать информацию и т. д. (ПК, планшеты, смартфоны, мобильные телефоны и др.). Популярность электронных гаджетов быстро растет во всем мире, особенно среди молодежи. Так, в среднем на одну российскую семью приходится 3,3 устройства. Часть семей (18,8 %) имеют два персональных компьютера и более, 24,5 % семей — два смартфона и более, 16,2 % — два ноутбука и более. У 10,7 % семей есть планшет, а 6,5 % семей имеют домашний ПК, ноутбук, смартфон и планшет [8].

Согласно данным исследовательского агентства Gartner [9], мировые комбинированные отгрузки электронных мобильных устройств в конце 2014 г. достигли отметки в 2,5 млрд единиц, что на 7,6 % больше чем в 2013 г. Мобильные телефоны составили наибольшую часть отгрузок

всех компьютерных устройств: порядка 1,9 млрд гаджетов в 2014 г., что на 5 % больше показателей 2013 г.

В России согласно данным Фонда "Общественное мнение" за 2013 г. [8]:

— 80 % молодежи, выходя из дома, обычно имеют при себе хоть что-то из портативной бытовой электроники; 8 % — берут с собой два-три разнообразных гаджета;

— самым популярным из электронных устройств в России является мобильный телефон; им пользуется 95..96 % среди людей от 18 до 60 лет;

— каждый третий-четвертый средний россиянин (28 %) и половина молодых людей до 30 лет уже приобрели и успешно освоили ноутбук или нетбук; 15 % молодежи вообще с ними не расстаются; у каждого четвертого среди молодежи есть смартфон или музыкальный плеер; планшетный компьютер или iPad есть у 7 % молодежи; каждый десятый среди молодежи пользуется электронными книгами, у одного из сотни россиян в возрасте до 30 лет есть все из этого списка.

Современные гаджеты отличаются разнообразным дизайном, весом, функционалом, но ключевым параметром, определяющим основные их технические характеристики, является выбор операционной системы.

Первоначально рынок мобильных платформ в основном был биполярным и определялся противостоянием двух операционных систем — Symbian OS и Windows Mobile. Хотя, конечно, существовали и другие решения — разработки канадской компании Research in Motion (коммуникаторы BlackBerry), уходящая с рынка PalmOS, а также многочисленные, но разрозненные Linux-решения.

В 2007 г. произошли два события, которые и определили лицо современной мобильной индустрии: появление Apple iPhone, построенном на оптимизированной для сотовых телефонов версии Mac OS X, и инициативе Google — платформе Android OS. Обе эти разработки оказали кардинальное влияние на рынок платформ для мобильных устройств и во многом изменили его. По данным исследовательской компании IDC [10] ситуация на IV квартал 2013 г. выглядела следующим образом: общие продажи аппаратов на платформах Android и iOS составили 95,7 % от всех реализованных мобильных устройств в сравнении с 91,2 % годом ранее; из этих 95,7 % Android занимает 80 % (см. таблицу).

По данным компании Synovate Comcon [11], являющейся частью международной исследовательской сети Ipsos, на 2014 г. в России рейтинг популярности операционных систем на смартфонах показан на рисунке.

Среди жителей старше 10 лет, проживающих в городах с населением более 100 тыс. человек,

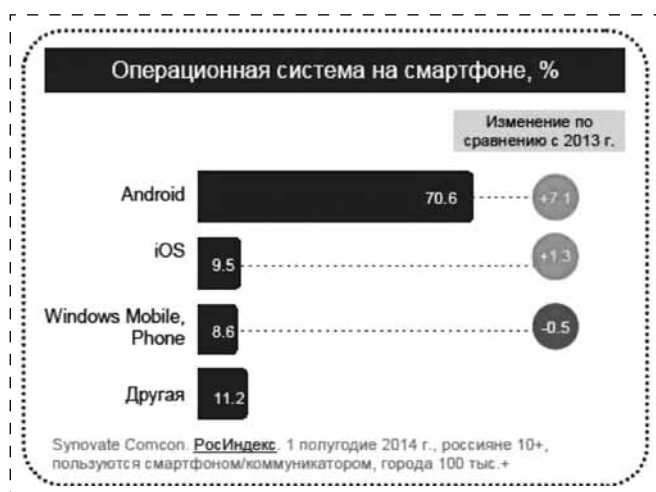
Рейтинг операционных систем для смартфонов, их отгрузка и занимаемый рыночный сегмент

Операционная система	2013		2012		Годовой прирост, %
	Объем отгрузок, млн единиц	Рыночный сегмент, %	Объем отгрузок, млн единиц	Рыночный сегмент, %	
Android	793,6	78,6	500,1	69,0	58,7
iOS	153,4	15,2	135,9	18,7	12,9
Windows Mobile, Phone	33,4	3,3	17,5	2,4	90,9
BlackBerry	19,2	1,9	32,5	4,5	-40,9
Другие	10,0	1,0	39,3	5,4	-74,6
Всего	1009,6	100,0	725,3	100,0	39,2

наиболее популярны смартфоны с операционной системой Android. И их популярность продолжает расти при сравнении с предыдущими годами. Популярность операционной системы iOS также растет, но гораздо более медленными темпами, и она значительно уступает Android.

Операционная система Windows Mobile, Phone показывает отрицательную динамику по сравнению с 2013 г. на 0,5 %. Все другие операционные системы вместе набрали только 11,2 %.

Когда речь идет о формировании безопасности жизнедеятельности такой "непростой" с точки зрения психофизиологических особенностей, но очень важной категории населения, как подрастающее поколение, то для этих целей в совокупности с традиционными методами и способами, должны использоваться и те, которые востребованы и популярны в среде данной возрастной категории. Иначе изучение вопросов безопасности жизнедеятельности будет восприниматься как навязанная необходимость. И только при наличии у самих подростков и молодежи правильной мотивации и интереса к данной тематике или хотя бы ее некоторых элементов, возможны положительные результаты.



Рейтинг популярности операционных систем на смартфонах среди россиян в 2014 г. [11]

Таким образом, видится наиболее эффективной не просто разработка электронных версий учебников и учебных пособий по ОБЖ для подрастающего поколения, а адаптация их для современных электронных мобильных устройств на основе наиболее перспективных операционных платформ, таких как Android и iOS.

Несомненным преимуществом электронных учебников и учебных пособий является возможность обеспечения широкого представления структурных компонентов образовательного процесса — получение информации (обучение), практические занятия (тренировка и закрепление знаний, умений и навыков), аттестация (контроль полученных знаний, умений и навыков). Методическое построение электронных учебников, заключающееся в возможности разработки индивидуальных образовательных траекторий, способно максимально обеспечивать возможность самостоятельного изучения учащимися представленного материала и, в то же время, позволяет реализовать собственные методические инициативы преподавателей.

Кроме того, электронные учебники и учебные пособия ориентированы на современные формы обучения, обеспечивая при этом совместимость с традиционными учебными материалами в полном соответствии с документами, регламентирующими качество и содержание образования. А применение современных электронных устройств позволит в максимальной степени использовать преимущества аудиовизуального представления учебных материалов: наблюдаемых и скрытых, реальных и воображаемых элементов, объектов, явлений, процессов;

возможности компьютерного моделирования в предметной области, а также моделирования реальной окружающей среды и естественного поведения в ней обучаемого;

мультимедиа компоненты, целесообразно организованные в единую интерактивную среду;

интерактив для достижения целей образования, стимулируя активную деятельность обучаемого и обеспечивая его запросы в процессе обучения.



Список литературы

1. **Выготский Л. С.** Педагогическая психология. — М.: Педагогика, 1991. — 348 с.
2. **Кон И. С.** Ребенок и общество: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по психологическим и педагогическим специальностям. — М.: Издательский центр "Академия", 2003. — 336 с.
3. **Леонтьев А. Н.** Деятельность. Сознание. Личность. — М.: Политиздат, 1975. — 304 с.
4. **Обухова Л. Ф.** Возрастная психология: Учебник. — М.: Российское педагогическое агентство, 1996. — 374 с.
5. **Рубинштейн С. Л.** Психология: Учебник для педагогических институтов. — М., 1956.
6. **Приказ** Минобрнауки России от 05.09.2013 № 1047 "Об утверждении Порядка формирования федерального перечня учебников, рекомендуемых к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования".
7. **Приказ** Минобрнауки России от 17.12.2010 № 1897 "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования".
8. **Официальный сайт** Фонда "Общественное мнение". URL: <http://fom.ru/> (дата обращения 20.04.2015).
9. **Официальный сайт** исследовательского агентства Gartner. URL: <http://itc.ua/tag/gartner/> (дата обращения 20.04.2015).
10. **Официальный сайт** исследовательской компании IDC. URL: <http://idcrussia.com/ru> (дата обращения 20.05.2015).
11. **Официальный сайт** компании Synovate Comcon. URL: <http://www.comcon-2.ru/default.asp?trID=0> (дата обращения 20.04.2015).

M. V. Omelchenko, Chief of Department, **M. E. Norseeva**, Research Associate, e-mail: center_kbg@mail.ru, Federal State Budgetary Establishment "Civil Defense and Disaster Management All Russian Science Research Institute Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergency and Elimination of Consequences of Natural Disasters" Federal Center of Science and High Technologies (FC VNII GOChS Emercom of Russia)

Modern Approaches to Training of Younger Generation to Fundamentals of Healthy and Safe Activity

In article need of development of electronic textbooks and manuals in the subject "Fundamentals of Healthy and Safe activity" as one of key modern approaches to training of school students in the field is considered. Electronic textbooks and manuals on subject "Fundamentals of Healthy and Safe activity" have to not only meet the requirements imposed by the Ministry of Education of the Russian Federation to educational literature but also be implemented by using of modern technical devices — the gadgets which are demanded and popular among younger generation.

Keywords: fundamentals of healthy and safe activity, younger generation, electronic textbook, electronic manual, electronic device, gadget, operating system, information influence

References

1. **Vygotskij L. S.** Pedagogicheskaja psihologija. M.: Pedagogika, 1991. 348 p.
2. **Кон И. С.** Ребенок и общество: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по психологическим и педагогическим специальностям. М.: Издательский центр "Академия", 2003. 336 p.
3. **Леонтьев А. Н.** Деятельность. Сознание. Личность. М.: Политиздат, 1975. 304 p.
4. **Обухова Л. Ф.** Возрастная психология: Учебник. М.: Российское педагогическое агентство, 1996. 374 p.
5. **Рубинштейн С. Л.** Психология: Учебник для педагогических институтов. М., 1956.
6. **Приказ** Минобрнауки России от 05.09.2013 № 1047 "Об утверждении Порядка формирования федерального перечня учебников, рекомендуемых к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования".
7. **Приказ** Минобрнауки РФ от 17.12.2010 № 1897 "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования".
8. **Официальный сайт** Фонда "Общественное мнение". URL: <http://fom.ru/> (data accessed 20.04.2015).
9. **Официальный сайт** исследовательского агентства Gartner. URL: <http://itc.ua/tag/gartner/> (data accessed 20.04.2015).
10. **Официальный сайт** исследовательской компании IDC. URL: <http://idcrussia.com/ru> (data accessed 20.04.2015).
11. **Официальный сайт** компании Synovate Comcon. URL: <http://www.comcon-2.ru/default.asp?trID=0> (data accessed 20.04.2015).

Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии"

Журнал выходит при содействии Учебно-методического совета "Техносферная безопасность" Учебно-методического объединения вузов по университетскому политехническому образованию и Научно-методического совета "Безопасность жизнедеятельности" Министерства образования и науки Российской Федерации

ООО "Издательство "Новые технологии". 107076, Москва, Стромынский пер., 4

Телефон редакции журнала (499) 269-5397, тел./факс (499) 269-5510, e-mail: bjd@novtex.ru, <http://novtex.ru/bjd>
Телефон главного редактора (812) 670-9376(55), e-mail: rusak-maneb@mail.ru

Дизайнер *Т. Н. Погорелова*.

Технический редактор *Е. М. Патрушева*. Корректор *М. Г. Джавадян*

Сдано в набор 29.04.15. Подписано в печать 10.06.15. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ BG715.

Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания

и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3762 от 20.06.2000.

Оригинал-макет ООО "Авансед солюшнз".

Отпечатано в ООО "Авансед солюшнз". 119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1. Сайт: www.aov.ru